

**TEKNOLOGIA KEMIAN OPETUKSESSA  
SUOMESSA: KEMIAN OPETTAJIEN KÄSITYKSIÄ  
TEKNOLOGIASTA TIETOKONEMITTAUSTEN  
NÄKÖKULMASTA ANALYSOITUNA**

Pro gradu -tutkielma

Jannica Laakso

3.3.2020

Kemian opettajankoulutusyksikkö

Kemian osasto

Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta

Helsingin yliopisto

Ohjaajat:

Johannes Pernaa

Maija Aksela

|  |                          |                                       |
|--|--------------------------|---------------------------------------|
| HELSINGIN YLIOPISTO – HELSINGFORS UNIVERSITET  |                          |                                       |
| Tiedekunta/Osasto – Fakultet/Sektion<br>Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta   |                          | Laitos – Institution<br>Kemian laitos |
| Tekijä – Författare<br>Jannica Laakso  |                          |                                       |
| Työn nimi – Arbetets titel<br>Teknologia kemian opetuksessa Suomessa: Kemian opettajien käsityksiä teknologiasta tietokonemittausten näkökulmasta analysoituna   |                          |                                       |
| Oppiaine – Läroämne<br>Kemian koulutusohjelma / Aineenopettajan koulutus   |                          |                                       |
| Työn laji – Arbetets art<br>Pro gradu -tutkielma   | Aika – Datum<br>3.3.2020 | Sivumäärä – Sidoantal<br>40 + 9       |
| Tiivistelmä – Referat<br><p>Tutkimuksessa tutkittiin Suomen kemian opettajien käsityksiä kemian teknologiasta sekä tietokonemittauksen näkyvyyttä opetuksessa. Tavoitteena oli selvittää, tietävätkö kemian opettajat, mitä tarkoitetaan kemian teknologialla ja millaiset opettajat käyttävät tietokonemittausta opetuksessa.</p> <p>Tämän tutkimuksen tutkimuskysymykset ovat seuraavat:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Miten Suomen kemian opettajat määrittelevät kemian teknologian?</li> <li>2. Miten opettajat perustelevat tietokonemittausten käyttämistä?</li> <li>3. Millaiset kemian opettajat käyttävät tietokonemittausta paljon ja millaiset vähän?</li> </ol> <p>Tutkimuksen aineisto hankittiin kyselylomakkeella ja vastausten (n = 193) analysoimisessa yhdistettiin kvalitatiivisia ja kvantitatiivisia menetelmiä. Avoimia vastauksia analysoitiin laadullisesti ohjelman <i>Microsoft Excel</i> avulla. Ensimmäisen tutkimuskysymyksen analysoitaessa vastauksista etsittiin yhteisiä piirteitä ja niistä muodostettiin luokkia temaattisella analyysillä. Toisen tutkimuskysymyksen analysoimisessa vastauksia luokiteltiin TPACK-malliin pohjautuen. Kolmanteen tutkimuskysymyksen kohdalla dataa analysoitiin kvantitatiivisesti ohjelmalla <i>SPSS</i>.</p> <p>Tutkimuksen tuloksista havaittiin, ettei kemian teknologian määrittely ole opettajille yksiselitteistä ja että noin kolmasosa vastaajista ei hyödynnä tietokonemittauksia lainkaan kemian opetuksessa. Syy vähäiseen käyttöön saattaa selittyä sillä, että tietokonemittauslaitteet nähdään vain sähköisinä työkaluina, eikä niissä nähdä selkeää pedagogista tai ainesisällöllistä hyötyä. Tutkimuksessa havaittiin tietokonemittauslaitteiden olevan eniten käytössä lukion opettajilla, korkeammin koulutetuilla opettajilla sekä aktiivisesti täydennyskoulutukseen osallistuvilla opettajilla. Perusteluina tietokonemittauksen käyttämättä jättämiselle olivat lähinnä laitteiden ja oman osaamisen puute sekä laitteiden kokeminen tarpeettomiksi alemmilla luokilla.</p> |                          |                                       |
| Avainsanat – Nyckelord<br>teknologia opetuksessa, tietokonemittaus, TPACK, kemian opetus   |                          |                                       |
| Säilytyspaikka – Förvaringställe<br>E-thesis   |                          |                                       |
| Muita tietoja<br>Ohjaajat: Johannes Pernaa ja Maija Aksela   |                          |                                       |

# Sisältö

|  |    |
|--|----|
| 1. Johdanto.....   | 1  |
| 2. Teoria.....   | 3  |
| 2.1 Teknologia kemian opetuksessa.....   | 3  |
| 2.1.1 Tietokonemittaus kemian opetuksessa.....   | 4  |
| 2.2 TPACK-malli .....  | 7  |
| 3. Tutkimus.....   | 11 |
| 3.1 Tutkimuskysymykset.....  | 11 |
| 3.2 Tutkimusasetelma ja kohdehenkilöt.....   | 12 |
| 3.3 Analyysimenetelmät.....  | 16 |
| 3.4 Luotettavuus ja laatu .....  | 17 |
| 3.4.1 Tehdyt muunnokset .....  | 17 |
| 4. Tulokset.....   | 19 |
| 4.1 Kemian teknologian määritteleminen .....   | 19 |
| 4.1.1. Tietokonemittausta paljon ja ei ollenkaan käyttäneiden määritelmät kemian teknologialle ..... | 20 |
| 4.2 Syyt tietokonemittauksen käyttöön ja käyttämättä jättämiseen .....                               | 22 |
| 4.2.1. Tietokonemittausta paljon ja vähän käyttäneiden perustelut .....                              | 26 |
| 4.3 Millaiset opettajat käyttävät tietokonemittausta paljon ja millaiset vähän?.....                 | 28 |
| 4.3.1 Opetusaste .....   | 28 |
| 4.3.2 Koulutustausta .....   | 30 |
| 4.3.3. Osallistuminen täydennyskoulutukseen .....  | 31 |
| 5. Pohdinta ja johtopäätökset.....   | 34 |
| 5.1 Kemian teknologian määrittäminen .....   | 34 |
| 5.2 Tietokonemittauksen käytön perustelut.....   | 34 |
| 5.3 Tietokonemittausta käyttävät opettajat.....  | 36 |
| 5.4 Jatkotutkimuskohteita.....   | 36 |
| Lähteet .....  | 38 |
| Liitteet .....   | 41 |

## 1. Johdanto

Teknologia on keskeinen osa nykymaailmaa ja sen merkitys tulee olemaan suuri tulevaisuudessakin. Nopeasti muuttuvassa yhteiskunnassa myös tiedeopetuksen luonne on muuttunut viimeisten vuosikymmenien aikana. Opetukseen sisällytetään yhä enemmän teknologiaa toiveena oppiaineen oppimisen ja opettamisen kehittäminen, nykyaikaistaminen ja helpottaminen. (Kalonde, 2017)

Tutkimuksissa on kuitenkin havaittu aukko teknologian potentiaalisen ja todellisen opetuskäytössä saatavan hyödyn välillä. Tutkimusten mukaan opettajat tiedostavat teknologian tuoman hyödyn opetuksessa, mutta käytännössä teknologiaa ei integroida opetukseen niin tehokkaasti kuin 2000-luvun oppilaat tarvitsisivat. (Voogt ym., 2013) Blonder ym. (2013) havaitsivat, että pelkästään tietyn teknologian (esimerkiksi videon editoimisen) esittelemisen kemian opettajille ei vielä riitä siihen, että he ottaisivat kyseisen metodin käyttöön kemian oppitunneilla. Tutkijat kehittivät mallin, jossa opettajille opetettiin heti videon editoimisen perään, miten sitä voidaan hyödyntää kemian opetuksessa. Tämän jälkeen opettajat kokeilivat taitoa käytännössä ja lopuksi he saivat keskustella ja jakaa kokemuksia muiden kemian opettajien kesken, jotka olivat tehneet saman tehtävän. Tutkijat havaitsivat mallin hyödylliseksi ja huomasivat opettajien käyttävän videoiden editoimistaitoa opetuksessa vielä kurssin jälkeenkin. Myös DeCoito ja Richardson (2018) tutkivat opettajien teknologian käyttöä opetuksessa ja havaitsivat suurimmaksi syyksi niiden käyttämättä jättämiseksi ulkoiset esteet. Tällaisia esteitä ovat esimerkiksi resurssien, koulutuksen ja tuen puute. (Blonder ym., 2013; DeCoito & Richardson, 2018)

Suomessa opetussuunnitelma määrittää, mitä opetukseen pitää sisällyttää, mutta lopullisen sovellustavan päättävät opettajat. Tässä suhteessa suomalaisilla opettajilla on iso päätösvalta. On eri asia oppia sisältöä teknologian avulla kuin opettaa sisältöä teknologialla. Moni kentällä olevista opettajista on saanut oman koulutuksensa ennen nykyteknologian saapumista, jolloin heidän nykyinen osaamisensa riippuu omasta kiinnostuksesta ja lisäkoulutuksista.

Kemian opetuksen kehitys on ollut Suomessa panostuksen ja tuen kohteena erityisesti viimeiset 20 vuotta (Aksela & Juvonen, 1999; Aksela & Karjalainen, 2008; Hopea-Manner, 2019). Vuonna 1998 aloitettiin *Kemia tänään* -hanke, jonka tavoitteena on ollut kemian opetuksen tason ja aseman nostaminen sekä kemian opettajien työmotivaation ja ammattitaidon kehittäminen. Hankkeeseen on osallistunut Kemianteollisuus ry, Opetushallitus, Opetusministeriö, Helsingin yliopiston kemian opettajankoulutus sekä MAOL ry. Osana *Kemia tänään* -hanketta toteutettu *Kemian opetus tänään* -tutkimus on jo kolmesti (vuosina 1998, 2008 ja 2018) toteutettu kansallinen tutkimus peruskoulun ja lukion kemian opetuksen nykytilanteesta ja haasteista.

Tämän tutkimuksen aineistona käytettiin *Kemian opetus tänään 2018* -tutkimuksen yhteydessä kerättyä aineistoa peruskoulun ja lukion kemian opettajista (Hopea-Manner, 2019). Tämän tutkimuksen tavoitteena on selvittää, tietävätkö kemian opettajat, mitä tarkoitetaan kemian teknologialla ja millaiset opettajat sitä käyttävät opetuksessa. Tutkimus rajattiin selvittämään, miten tietokonemittaus näkyy suomalaisten kemian opettajien opetuksessa. Rajaus tietokonemittauksiin tehtiin, koska se on yksi ensimmäisistä ja käytetyimmistä teknologioista, joita opetuksessa on ollut käytössä (Aksela & Karjalainen, 2008; Hopea-Manner, 2019; Russell ym., 2004).

Teknologian teknisen ymmärryksen lisäksi sen integroiminen opetukseen vaatii opettajalta monien eri taitojen yhdistämistä. Valittava teknologia pitää arvioida sekä opetettavan aineen sisällön että teknologian tuoman pedagogisen hyödyn perusteella (Voogt ym., 2013). Opettajan tulisi siis tuntea kaikki nämä kolme osa-aluetta (teknologia, pedagogiikka ja oppiaineen ainesisältö) onnistuakseen integroimaan teknologian opetukseen. Tämän takia tässä tutkimuksessa käytetään TPACK-mallia (luku 2.2) analysoitaessa opettajien antamia perusteluita tietokonemittauksen käytöstä kemian opetuksessa.

Tutkimuksen teoreettisessa viitekehyksessä (luku 2) käsitellään kemian teknologiaa osana opetusta, erityisesti tietokonemittauksen näkökulmasta, sekä esitellään TPACK-malli. Luvussa 3 esitellään tämän tutkimuksen tutkimuskysymykset, tutkimusasetelma, koehenkilöiden taustoja, kyselytutkimukseen liittyviä luottamuskriteereitä sekä analyysia varten tehdyt muunnokset kyselyvastauksiin. Luvussa 4 esitellään tutkimuksen tuloksia ja luvussa 5 käsitellään tuloksien pohdinta, johtopäätökset sekä jatkotutkimusmahdollisuuksia.

## 2. Teoria

Tässä luvussa käydään läpi tutkimuksen teoreettinen viitekehys. Ensin käsitellään yleisellä tasolla teknologian käyttöä opetuksessa ja teknologian liittymistä erityisesti kemian opetukseen sekä miten kemian teknologia näkyy Suomen opetussuunnitelmassa. Tämän jälkeen käsitellään tarkemmin tietokonemittauksen käyttöä kemian opetuksessa. Lopuksi esitellään TPACK-malli, jota käytettiin tässä tutkimuksessa analyysityökaluna.

### 2.1 Teknologia kemian opetuksessa

Teknologialla sanana on paljon sivumerkityksiä ja se yhdistetään usein tietokoneisiin, joihin sen merkitys ei yksinomaan kuitenkaan rajoitu. Tätä merkitystä seuraamalla teknologian opetus mielletään usein tietokonetaitojen opettamiseksi tai vaihtoehtoisesti sen ajatellaan tarkoittavan niitä teknisiä välineitä, joita opettaja itse käyttää opetuksessa. Toinen yleinen mielikuva teknologiasta on, että se on tieteen soveltamista. Kuitenkin teknologialla on näitä molempia laajempi merkitys, jota myös tässä tutkimuksessa käytetään. Teknologia tarkoittaa teknisten välineiden lisäksi myös tietotaitoa käyttää ja soveltaa niitä. Lisäksi teknologian avulla halutaan muuttaa maailmaa meille paremmaksi ja sopivammaksi paikaksi elää. (Cajas, 2001)

Laajaniemi ja Aksela (2007) ovat tutkineet käsitekarttojen avulla suomalaisten oppilaiden käsityksiä kemian teknologiasta. Tutkimuksessa analysoitiin perusopetuksen luokilla 7–9 olevien oppilaiden tekemiä käsitekarttoja. Oppilaiden ennakkokäsitykset kemian teknologiasta eivät olleet selkeitä ja suurin osa maininnoista liittyivät energiaan ja kokeellisuuteen. Tutkimuksessa pääteltiin kemian teknologian olevan peruskoulun vuosiluokkien 7–9 oppilaille suhteellisen tuntematon käsite (Laajaniemi & Aksela, 2007).

Teknologia liittyy vahvasti luonnontieteisiin ja matematiikkaan. Kemian ja fysiikan ymmärtäminen on mahdollistanut suuria keksintöjä ja nykyteknologian olemassaolon. Jotta voidaan ymmärtää aineen ja energian olemusta ja käyttäytymistä, tarvitaan kemian ja fysiikan tietämistä ja taitamista. Matematiikka puolestaan on välttämätöntä teknologisten ongelmien ratkaisuisissa. Jos matematiikkaa ja luonnontieteitä opitaan soveltamaan teknologian oppimiseen jo koulussa, jatkuu motivaatio soveltaa todennäköisesti opiskelun jälkeenkin. (Lindh, 2006)

Eräs oppilaskeskeinen opetusmuoto, jossa tuodaan tieteen ja teknologian vaikutuksia näkyviin yhteiskunnallisesta näkökulmasta, on nimeltään STS-opetusmuoto (engl. *Science-Technology-Society*). Tämän opetusmuodon käyttö on herättänyt oppilaissa enemmän kiinnostusta tieteitä ja teknologiaa kohtaan verrattuna perinteisiin tiedeoppitunteihin. Opetusmuoto on onnistuneesti yhdistänyt tieteen ja teknologian sekä kehittänyt oppilaiden tieteellistä ja teknologista lukutaitoa. (Aikenhead, 2009; Chowdhury, 2016)

Suomen perusopetuksessa kemian opetuksen tulisi auttaa oppilaita ymmärtämään kemian ja sen sovellusten merkitystä jokapäiväisessä elämässä, elinympäristössä, yhteiskunnassa ja teknologiassa. Opetussuunnitelman mukaan perusopetuksen tavoitteena on muun muassa (Opetushallitus, 2014):

- T8: ”Ohjata oppilasta hahmottamaan kemian soveltamista teknologiassa sekä osallistumaan kemiaa soveltavien ratkaisujen ideointiin, suunnitteluun, kehittämiseen ja soveltamiseen yhteistyössä muiden kanssa (S1-S6 L2, L3, L5)”
- T9: ”Ohjata oppilasta käyttämään tieto- ja viestintäteknologiaa tiedon ja tutkimustulosten hankkimiseen, käsittelemiseen ja esittämiseen sekä tukea oppilaan oppimista havainnollistavien simulaatioiden avulla (S1-S6 L5)”

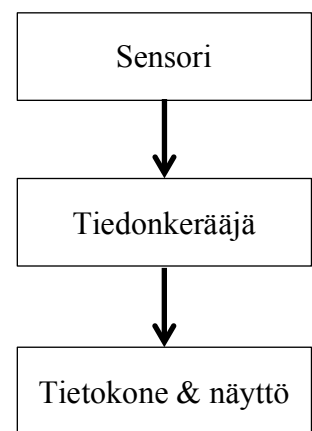
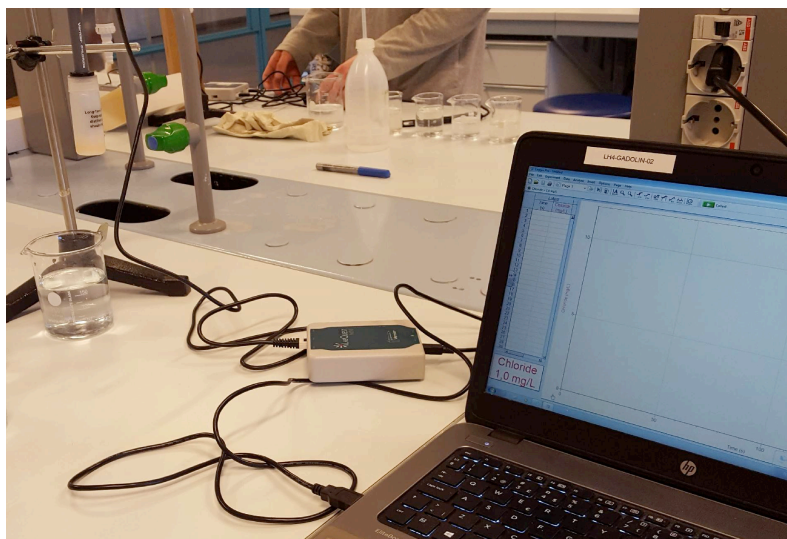
Jotta kemian ja teknologian soveltamiseen voidaan tutustua monipuolisesti, koulun tilojen lisäksi tulisi hyödyntää paikallisia mahdollisuuksia kuten lähiympäristöä sekä yhteistyötä yritysten ja asiantuntijoiden kanssa (Opetushallitus, 2014).

Lukion opetussuunnitelman (Opetushallitus, 2015) mukaan suomalaisen lukio-opiskelijan pitäisi osata käyttää ja soveltaa kemian teknologiaa seuraaviin aiheisiin: orgaaniset yhdisteet, ainemäärä, materiaalit, reaktiot ja kemialliset tasapainot. Lisäksi opiskelijan tulisi kemian opetuksessa osata käyttää teknologiaa välineenä tuotosten muodostamisessa, mallintamisessa ja tutkimusten tekemisessä. Opiskelijoiden tulisi myös osata arvioida kemian teknologian merkitystä yksilön ja yhteiskunnan kannalta.

### **2.1.1 Tietokonemittaus kemian opetuksessa**

Tieto- ja viestintätekniikan (TVT) sovelluksiin kuuluvan tietokonemittauksen (engl. *microcomputer based laboratories, MBL*) avulla, saadaan laboratoriossa reaaliajassa

visualisoitua kokeellisen työn mittauksia. Tietokonemittaus toimii siten, että yksi tai useampi sensori kytketään tiedonkerääjään, joka muuttaa analogisen tiedon digitaaliseksi. Tiedonkerääjä kytketään puolestaan tietokoneeseen, jolla saadaan tulokset ruudulle näkyviin (kuva 1). Sopivalla tietokoneohjelmistolla voidaan säätää haluttu mittausspekvenssi, jolla dataa kerätään, sekä formaatti, jolla data esitetään näytöllä (esimerkiksi kuvaajan tai taulukon muodossa). (Tortosa, 2012) Kemian peruskoulu- ja lukiotason kokeellisiin töihin soveltuvia tietokonemittauslaitteita ovat pH-, ioni-, johtokyky-, lämpö- ja painemittari.



**Kuva 1.** Mittaustilanne käytännössä sekä skemaattinen esitys tietokonemittauksen toimintaperiaatteesta.

Tietokonemittauksella on useita hyötyjä. Perinteisellä laboratoriovälineistöllä on hankalaa mitata tiettyjä muuttujia, kuten kemiallisen reaktion aikana muodostuneen tai kuluneen kaasun aiheuttamia paineenvaihteluita. Sensorin avulla tämä onnistuu helposti, mikä laajentaa kokeellisten töiden valikoimaa opetuksessa. Tietokonemittauksella hyödyntämällä oppilaat saavat kokea todentuntuisia prosesseja tieteellisessä tutkimuksessa. Koska datan kerääminen ja kuvaajien piirtäminen nopeutuu huomattavasti, voidaan ylimääräinen aika hyödyntää tuloksien perusteluihin ja analysointiin. Lisäksi tutkimuksessa kerätty data voidaan helposti esittää useammassa muodossa. Etuihin kuuluu myös se, että valittu muuttuja voidaan tutkia ja esittää kuvaajassa lähes välittömästi. Näin oppilaille välittyy jatkuvasti palautetta työn etenemisestä, mikä antaa oppilaille mahdollisuuden oman hypoteesin muokkaamiseen sekä linkkien muodostamiseen tutkittavan ilmiön ja kerätyn



datan välillä. Näiden mahdollisuuksien toteuttamisen on havaittu vahvistavan tieteellisten käsitteiden syvällistä ymmärrystä ja korkean tason ajattelutaitoja. (Tortosa, 2012).

Haittapuolena on esimerkiksi laitteiden hinnat, jotka voivat olla perinteisiä välineitä korkeampia. Toisekseen laitteita saattaa olla liian vähän suhteessa oppilasryhmien kokoon. Lisäksi tietokoneiden ja tietokonemittauslaitteiden valmistelu vaatii opettajilta aikaa, mikä saattaa rajoittaa niiden käyttöä. (Tortosa, 2012)

Srisawasdi (2012) havaitsi tutkimuksessaan, että opettajaopiskelijoiden oma tausta ja suhtautuminen tietokonemittauslaitteiden käyttöön laboratoriotöiden aikana ei vaikuta siihen, mitä he haluavat työn opettavan oppilaille. Täten myös teknologian vasta-alkajat voivat käyttää tietokonemittauslaitteita opetuksessa.

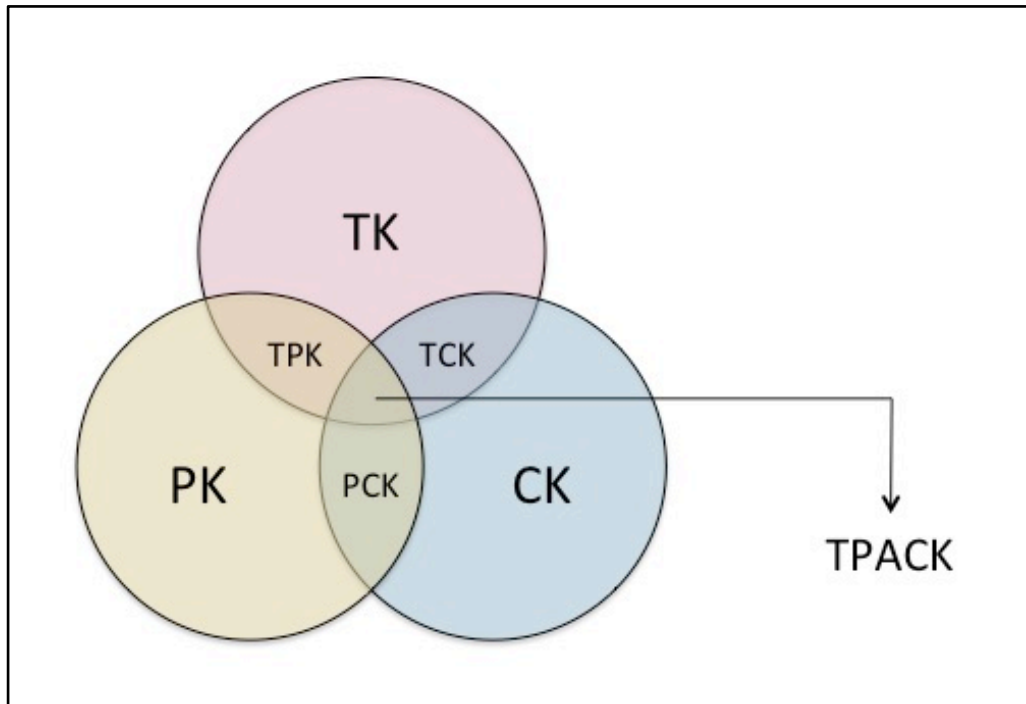
Malesiassa tehdyn tutkimuksen mukaan sikäläiset tiedeopettajat olivat avoimia ja vastaanottavaisia tietokonemittauslaitteiden käyttämisen suhteen, vaikka heillä ei ollut aikaisempaa kokemusta laitteiden käytöstä (Lajium, 2016). Opettajat tunnistivat teknologian tuomat hyödyt, niin käytännölliset kuin pedagogiset. Mittauslaitteiden ominaisuudet, jotka opettajat näkivät oppilaille hyödyllisinä, olivat datan kerääminen reaaliajassa, tulosten välitön esitys sekä esitystapojen joustavuus. Lisäksi he olivat melko positiivisia myös laitteiden helppokäyttöisyyteen liittyen, sillä useimmat laitteet toimivat ”plug and play” -tyyppisesti, eli ne antavat tuloksia heti paikoilleen kiinnittämisen jälkeen. Koska laitteiden käyttö oli Malesiassa vielä hyvin tuntematonta, tutkimuksessa pääteltiin, että laajemman käytön saavuttamiseksi opettajia tulisi kouluttaa käyttämään laitteita sekä mainostaa tarjolla olevaa teknologiaa enemmän.

Yksi merkittävä syy laitteiden käyttämättä jättämiseen on opettajien puutteellinen koulutus niiden käyttämisestä (Tan ym., 2005). Russell, Lucas ja McRobbie (2004) arvelivat tutkimuksessaan yhden syyn tietokonemittauslaitteiden vähäiseen käyttöön olevan se, etteivät opettajat tunnista laitteiden mahdollisuutta kehittää kokeellisten töiden luonnetta. Tietokonemittauspohjaiset aktiviteetit voivat tukea oppilaiden ymmärryksen rakentamista suunnittelemalla ne konstruktiivisen teoriaan pohjautuen (Russell ym., 2004).

## 2.2 TPACK-malli

Schulman (1986) on tutkinut opettajien henkilökohtaista tietämystä ja jakanut sen eri osa-alueisiin. Näitä tietämyksen osa-alueita ovat hänen mukaansa esimerkiksi tieto omasta oppiaineesta, tieto opetussuunnitelmasta, tieto oppilaiden oppimistaidoista, tieto oppilaiden yleisimmistä väärinkäsityksistä omaan oppiaineeseen liittyen sekä tieto siitä, miten näitä väärinkäsityksiä voidaan oikaista. Opettajilla on siten perinteisen pedagogisen tiedon (PK, engl. *Pedagogical Knowledge*) ja oppiaineen sisältötiedon (CK, engl. *Content Knowledge*) lisäksi myös pedagogis-sisällöllistä tietoa (PCK, engl. *Pedagogical Content Knowledge*). PCK tarkoittaa tässä sitä, että opettajan pitää osata esittää oppiaineen sisältöä eri oppijoille heidän käsitykseensä oppiaineesta sopivalla tavalla. (Shulman, 1986, 1987)

Pari vuosikymmentä myöhemmin teknologian osuus opetuksessa oli laajentunut sen verran, että Shulmanin kuvaus PCK:sta kaipasi päivitystä. Koehler ja Mishra (2005) laajensivat tämän TPACK-malliksi (engl. *Technological Pedagogical Content Knowledge*), jonka tarkoituksena on visualisoida, mitä opettajien tarvitsee tietää teknologiasta ja sen sisällyttämisestä opetukseen. Teknologian sisällyttämisen opetukseen pitäisi perustua tietoon siitä, miten teknologia, pedagogia ja oppiaineen sisältö vuorovaikuttavat keskenään. Vaikka opettajan tieto teknologiasta on tärkeää, kyse ei ole pelkästään siitä, mitä teknologialla voidaan tehdä vaan enemmänkin siitä, miten teknologia vaikuttaa opetukseen ja opettajaan. (Koehler & Mishra, 2005)



**Kuva 2.** TPACK-malli, jossa TK esittää teknologista osaamista, PK pedagogista osaamista ja CK ainesisällön osaamista. Nämä pääkomponentit yhdistyvät päällekkäisillä alueilla, jotka ovat TPK (teknologis-pedagoginen osaaminen), TCK (teknologis-ainesisällöllinen osaaminen), PCK (pedagogis-ainesisällöllinen osaaminen) ja TPACK (teknologis-pedagogis-ainesisällöllinen osaaminen).

Kuvassa 2 on esitetty TPACK-mallin kolme pääkomponenttia, jotka esittävät opettajan eri osaamisalueita (teknologinen, pedagoginen ja ainesisällöllinen). Nämä alueet ovat osittain päällekkäisiä muodostaen yhteensä seitsemän osa-alueita. Yksittäisten pääalueiden merkitykset ovat seuraavat (Koehler & Mishra, 2005):

**Ainesisällöllinen osaaminen (CK):** opetettavan oppiaineen, esimerkiksi kemian, sisältö.

**Teknologinen osaaminen (TK):** nykyaikaiset teknologiat, joita voidaan hyödyntää opetuksessa. Esimerkiksi tietokoneet, tietokonemittaukset, simulaatiot, videot, älytaulut ja Internet kuuluvat kaikki tähän alueeseen.

**Pedagoginen osaaminen (PK):** tieto erilaisista menetelmistä, toimintasuunnitelmista, toimintatavoista sekä työtavoista opettaa ja oppia. Näihin kuuluvat esimerkiksi tuntien suunnittelu, arviointi ja tieto oppilaiden oppimisesta.

Yksittäisiä alueita jopa tärkeämmiksi alueiksi muodostuvat mallin osittain päällekkäiset alueet, joiden merkitykset ovat TPACK-mallissa seuraavat (Koehler & Mishra, 2005):

**Pedagogis-ainesisällöllinen osaaminen (PCK):** tieto pedagogisista käytänteistä, jotka soveltuvat tietyn oppiaineen sisällön opettamiseen. Esimerkiksi käsitteiden esittely ja muotoilu, tieto siitä, mikä tekee oppiaineesta helppoa tai vaikeaa oppia sekä tieto oppilaiden pohjatiedoista oppiaineeseen liittyen.

**Teknologis-ainesisällöllinen osaaminen (TCK):** opettajan tieto siitä, miten oppiaineen sisältö muuttuu, kun teknologiaa sisällytetään opetukseen. Esimerkiksi tietokonemittauksien tai simulaatioiden käyttö kemiaa opetettaessa.

**Teknologis-pedagoginen osaaminen (TPK):** tieto siitä, miten teknologialla voidaan tukea pedagogisia tavoitteita. Esimerkiksi edistämällä yhteistyötaitoja teknisten apuvälineiden avulla.

**Teknologis-pedagogis-ainesisällöllinen osaaminen (TPACK):** teknologian todellinen integroiminen opetukseen vaatii näiden kaikkien kolmen osa-alueen (TK, PK ja CK) ymmärtämistä ja huomioimista. Teknologian sisällyttäminen vaatii uusien käsitteiden esittelyä sekä havaintokykyä näiden kolmen alueen dynaamisesta ja keskenään vuorovaikutteisesta suhteesta.

Tutkimuksessa, jossa koulutettiin TPACK-mallin mukaisesti hyödyntämän teknologiaa opetuksessa, havaittiin sekä teknologian innokasta integroimista että vastahakoisuutta (Niess, 2005). Tutkimuksessa havaittiin jonkinlainen syy-yhteys tutkimuksen kohdehenkilöiden oman aikaisemman teknologisten laitteiden käytön ja niihin kohdistuvien asenteiden sekä niiden integroimisen opetukseen välillä. Kaikki heistä raportoivat jonkinlaista jännitystä oppituntien pitämisessä, sillä teknologian käyttö opetustilanteissa ei ollut kenellekään aiemmasta tuttua. Koulutuksesta huolimatta joidenkin mielestä teknologia koettiin tieteen oppimisen kannalta tarpeelliseksi vain työkaluina ja laitteiden mekanismien ymmärtäminen puolestaan turhaksi tai jopa hölmöksi. Perusteluina oli se, että he eivät ole itse tarvinneet teknologiaa omissa opinnoissaan ymmärtääkseen opetuksen aihetta tai syvempää mekaanista ymmärrystä laitteiden käyttämiseksi. Puolestaan he, joiden mielestä teknologian käyttö ja sen ymmärtäminen oli tärkeää nyky-yhteiskunnassa, opettivat laitteiden käyttöä syvällisemmin ja antoivat opiskelijoiden itse määritellä laitteiden mittaasetuksia ja suunnitella koejärjestelyitä. Tähän ryhmään

kuuluneet olivat yleisemmin tyytyväisempiä oppitunteihin ja kokivat oppilaiden näkevän opetetut taidot hyödyllisinä.

Toisessa tutkimuksessa, jossa myös koulutettiin teknologian integroimista opetukseen, havaittiin koulutuksen tekevän oppitunneista enemmän oppilaskeskeisiä. Teknologian sisällyttäminen opetukseen tuki aktiivista oppimista muun muassa yhteistyön kautta ja tekemällä oppilaiden oppimisesta vuorovaikutteisempaa. Tutkimukseen osallistuneet kokivat kehittyneensä kaikilla TPACK-mallin osa-alueilla (Agyei & Keengwe, 2014), mikä vahvistaa muiden tutkimusten tuloksia siitä, ettei teknologiaa voida pitää erillisenä tai irrallisena pedagogisesta ja ainesisällöllisestä osaamisesta, vaan nämä kaikki vuorovaikuttavat keskenään (Koehler & Mishra, 2009).

### 3. Tutkimus

Tässä luvussa käydään läpi tämän tutkimuksen kulku. Ensiksi esitellään tutkimuskysymykset, jonka jälkeen käydään läpi tutkimusasetelma ja kohdehenkiöiden taustoja. Tämän jälkeen esitellään käytetyt analyysimenetelmät tutkimuskysymyksittäin. Lopuksi tutkimuksen luotettavuutta ja laatua arvioidaan sekä esitellään analyysia varten tehdyt muunnokset kyselyvastauksiin.

#### 3.1 Tutkimuskysymykset

Kemian teknologia, joka on tämän tutkimuksen keskiössä, on mukana sekä perusopetuksen että lukion opetussuunnitelmissa. Aihepiiri on siis opetuksen kannalta relevantti, ja siihen liittyen haluttiin tähän tutkimukseen hyvä pohja. Tästä johtuen ensimmäiseksi tutkimuskysymykseksi määriteltiin *”Miten Suomen kemian opettajat määrittelevät kemian teknologian?”* Tämän kysymyksen vastauksen pitäisi kertoa, onko kemian teknologia käsitteenä opettajille tuttu.

Seuraava tutkimuskysymys tarkentaa tutkittavaa aihepiiriä tietokonemittaukseen. Tarkoituksena on ymmärtää *”Miten opettajat perustelevat tietokonemittausten käyttämistä?”* Tähän kysymykseen vastaamalla, pitäisi selvitä, mistä syistä opettajat integroivat kemian teknologiaa opetukseen tietokonemittauksen muodossa tai miksi he jättävät sen tekemättä.

Viimeisen tutkimuskysymyksen kohdalla haluttiin selvittää *”Millaiset kemian opettajat käyttävät tietokonemittausta paljon ja millaiset vähän?”* Tähän kysymykseen löydettyvän vastauksen pitäisi kertoa, miten ja mitkä opettajien taustatekijät vaikuttavat tietokonemittauksen käytön määrään. Vastauksen pohjalta voitaisiin identifioida niitä taustatekijöitä, joista olisi hyvä lähteä liikkeelle, jos tavoitteena olisi tietokonemittausten määrän kasvattaminen opetuksessa.

Tutkimuskysymykset listattuna:

TK1: Miten Suomen kemian opettajat määrittelevät kemian teknologian?

TK2: Miten opettajat perustelevat tietokonemittausten käyttämistä?

TK3: Millaiset kemian opettajat käyttävät tietokonemittausta paljon ja millaiset vähän?

### 3.2 Tutkimusasetelma ja kohdehenkilöt

Aineisto hankittiin kyselylomakkeella *Kemian opetus tänään 2018* (liite 1). Kyselyssä on 33 kysymystä, joiden avulla kartoitettiin kemian opettajien näkemyksiä kemian opetuksen nykytilasta ja sen kehittämisestä. Lomake oli saatavilla sekä sähköisesti että paperisena, ja vastauksia saatiin 193 opettajalta eri puolilta Suomea.

Perusjoukkona on tässä tutkimuksessa toiminut kaikki Suomen kemian opettajat, joita on noin 3000 (Hopea-Manner, 2019). Vastauksia kyselylomakkeeseen saatiin 193 opettajalta, joiden kemian opetuksen määrä vaihteli taulukon 1 mukaisesti. Seuraavissa taulukoissa (2-8) esitellään vastaajien taustamuuttujia, jotka ovat tälle tutkimukselle relevantteja. Taulukoista löytyy frekvenssi, joka kertoo, kuinka moni vastauksista sopii taulukon esittelemään taustamuuttujaan. Nämä luvut on myös laskettu auki taulukkoon prosenttiosuuksiksi.

**Taulukko 1.** Kemian osuus vastaajien opetuksen määrästä.

| <b>Kemian osuus opetuksen määrästä<br/>(lukuvuonna 2017-2018)</b> | <b>Frekvenssi</b> | <b>Prosenttiosuus</b> |
|---|-------------------|-----------------------|
| suurin  | 84                | 44 %                  |
| toiseksi suurin   | 91                | 47 %                  |
| kolmanneksi suurin  | 12                | 6 %                   |
| neljänneksi suurin  | 2                 | 1 %                   |
| en opeta kemiaa   | 4                 | 2 %                   |
| <b>Yhteensä</b>   | <b>193</b>        |                       |

**Taulukko 2.** Vastaajien sukupuoli.

| <b>Sukupuoli</b> | <b>Frekvenssi</b> | <b>Prosenttiosuus</b> |
|------------------|-------------------|-----------------------|
| Nainen           | 148               | 77 %                  |
| Mies             | 45                | 23 %                  |
| <b>Yhteensä</b>  | <b>193</b>        |                       |

**Taulukko 3.** Vastaajien opetuskokemus.

| Opettajan opetuskokemus | Frekvenssi | Prosenttiosuus |
|-------------------------|------------|----------------|
| alle vuoden             | 2          | 1 %            |
| 1-5 v                   | 31         | 16 %           |
| 5-10 v                  | 44         | 23 %           |
| 11-15 v                 | 31         | 16 %           |
| 16-20 v                 | 36         | 19 %           |
| yli 20 v                | 49         | 25 %           |
| <b>Yhteensä</b>         | <b>193</b> |                |

**Taulukko 4.** Vastaajien opetusaste, jossa opetus tapahtuu.

| Opetuksen opetusaste | Frekvenssi | Prosenttiosuus |
|----------------------|------------|----------------|
| Peruskoulu           | 91         | 47 %           |
| Lukio                | 74         | 38 %           |
| Molemmissa           | 28         | 15 %           |
| <b>Yhteensä</b>      | <b>193</b> |                |

**Taulukko 5.** Vastaajien opiskelutausta kemian opinnoista.

| Opettajan opiskelutausta kemian opinnoista   | Frekvenssi | Prosenttiosuus |
|--|------------|----------------|
| perusopinnot (approbatur)                    | 13         | 7 %            |
| perus- ja aineopinnot (cum laude approbatur) | 70         | 36 %           |
| syventävät opinnot (laudatur)                | 85         | 44 %           |
| jatko-opintoja                               | 18         | 9 %            |
| muuta  | 4          | 2 %            |
| ei vastausta                                 | 3          | 2 %            |
| <b>Yhteensä</b>                              | <b>193</b> |                |



**Taulukko 6.** Vastaajien osallistuminen kemian opetuksen täydennyskoulutukseen viimeisen viiden vuoden aikana.

| <b>Osallistuminen kemian opetuksen täydennyskoulutukseen (kuluneen 5 vuoden aikana)</b> | <b>Frekvenssi</b> | <b>Prosenttiosuus</b> |
|---|-------------------|-----------------------|
| en ollenkaan  | 54                | 28 %                  |
| 1-4 kertaa  | 83                | 43 %                  |
| kerran vuodessa   | 24                | 12 %                  |
| useamman kerran vuodessa  | 31                | 16 %                  |
| ei vastausta  | 1                 | 1 %                   |
| <b>Yhteensä</b>   | <b>193</b>        |                       |

**Taulukko 7.** Vastaajien opetuksessa teettävien kokeellisten kemian töiden määrä yhden kurssin aikana.

| <b>Kokeellisten töiden määrä per kurssi</b> | <b>Frekvenssi</b> | <b>Prosenttiosuus</b> |
|---|-------------------|-----------------------|
| ei yhtään                                   | 9                 | 5 %                   |
| yksi  | 17                | 9 %                   |
| kaksi                                       | 21                | 11 %                  |
| kolme                                       | 28                | 15 %                  |
| neljä                                       | 16                | 8 %                   |
| viisi                                       | 12                | 6 %                   |
| kuusi                                       | 5                 | 3 %                   |
| yli kuusi                                   | 80                | 41 %                  |
| työt tehdään pääsääntöisesti työkurseilla   | 5                 | 3 %                   |
| <b>Yhteensä</b>                             | <b>193</b>        |                       |

**Taulukko 8.** Paikkakunta, jossa vastaaja opettaa.

| Opetuksen paikkakunta | Frekvenssi | Prosenttiosuus |
|-----------------------|------------|----------------|
| Ahvenanmaa            | 3          | 2 %            |
| Etelä-Karjala         | 6          | 3 %            |
| Etelä-Pohjanmaa       | 8          | 4 %            |
| Etelä-Savo            | 0          | 0 %            |
| Kainuu                | 0          | 0 %            |
| Kanta-Häme            | 9          | 5 %            |
| Keski-Pohjanmaa       | 2          | 1 %            |
| Keski-Suomi           | 10         | 5 %            |
| Kymenlaakso           | 6          | 3 %            |
| Lappi                 | 3          | 2 %            |
| Pirkanmaa             | 19         | 10 %           |
| Pohjanmaa             | 5          | 3 %            |
| Pohjois-Karjala       | 3          | 2 %            |
| Pohjois-Pohjanmaa     | 12         | 6 %            |
| Pohjois-Savo          | 6          | 3 %            |
| Päijät-Häme           | 5          | 3 %            |
| Satakunta             | 7          | 4 %            |
| Uusimaa               | 82         | 42 %           |
| Varsinais-Suomi       | 7          | 4 %            |
| <b>Yhteensä</b>       | <b>193</b> |                |

Kyselylomakkeessa selvitettiin myös, miten paljon opettajat käyttivät tietokonemittausta hyödyksi opetuksessa (taulukko 9). Kysymyksen vastauksia tutkittaessa huomattiin, että ne eivät ole normaalijakautuneita. Näitä vastauksia verrattiin tutkimuksen analyysivaiheessa (luku 4) saatuihin taustamuuttujiin.

**Taulukko 9.** Vastaajien tietokonemittauksen käytön määrä.

| <b>Tietokonemittauksen käytön yleisyys</b> | <b>Frekvenssi</b> | <b>Prosenttiosuus</b> |
|--|-------------------|-----------------------|
| En koskaan                                 | 59                | 31 %                  |
| Todella harvoin                            | 29                | 15 %                  |
| Harvoin                                    | 28                | 15 %                  |
| Satunnaisesti                              | 54                | 28 %                  |
| Usein                                      | 14                | 7 %                   |
| Todella usein                              | 9                 | 5 %                   |
| <b>Yhteensä</b>                            | <b>193</b>        |                       |

### 3.3 Analyysimenetelmät

Tässä tutkimuksessa keskityttiin kahteen kyselylomakkeen kysymykseen (25 ja 26). Vastauksien analysoimisessa yhdistettiin kvalitatiivisia ja kvantitatiivisia menetelmiä (engl. mixed methodology).

Opettajien määritelmät kemian teknologialle (TK1) (kysymys 26a) analysoitiin laadullisesti temaattisella analyysillä käyttäen tietokoneohjelmaa *Microsoft Excel*. Vastauksiin tutustuttiin lukemalla niitä useita kertoja ja tekemällä alustavia hahmotelmia teemoista. Jokaisesta vastauksesta muodostettiin ensin tunnisteita, jotka myöhemmin yhdistettiin lopullisiksi teemoiksi. Muodostetut teemat eivät pohjautu aikaisempaan teoriaan, vaan niitä muodostettiin vastauksien sisällön perusteella. Valittu tapa pohjautuu Braunin ja Clarken (2006) esittelemään metodiin.

Opettajien perustelut tietokonemittauksien käyttämisestä tai käyttämättä jättämisestä (TK2) (25b ja 25c) analysoitiin laadullisesti ohjelmalla *Microsoft Excel*. Vastauksista etsittiin yhteisiä piirteitä ja muodostettiin luokkia. Tuloksien analysoimisessa muodostettiin luokat perustuen TPACK-malliin.

Lopuksi opettajien teknologian käytön yleisyyttä (TK3) (kysymys 25a) analysoitiin kvantitatiivisesti ohjelmistolla SPSS. Vastauksia verrattiin opettajien eri taustamuuttujiin, joita ovat: sukupuoli, opetusvuodet, opetusaste, kemian opiskelutausta, täydennyskoulutukseen osallistuminen, kokeellisten töiden teettäminen sekä maakunta, jossa opetus tapahtuu. Ryhmien välistä merkitsevyyttä testattiin Mann-Whitney sekä Kruskal-Wallis-testeillä SPSS-ohjelmaa käyttäen. Mann-Whitney-testiä käytettiin selvittämään tilastollista merkitsevyyttä sukupuoli-kategoriassa, kun vastausluokkia oli kaksi (mies ja nainen). Kruskal-Wallis-testillä selvitettiin tilastollista merkitsevyyttä kaikissa muissa taustamuuttujien kategorioissa, joissa vastausluokkia oli enemmän kuin kaksi. Nämä testit valittiin käyttöön, koska ne olivat sopivia tilanteessa, jossa tietokonemittausten käyttö ei ollut normaalijakautunutta ja kyselylomakkeessa käytettiin Likert-asteikkoa (Siegel, 1957). Testeissä havaintoarvot korvattiin järjestyslukuilla, joiden keskiarvoa vertailtiin.

### **3.4 Luotettavuus ja laatu**

Kyselytutkimuksen luotettavuutta arvioitiin yleisesti validiteetilla ja reliabiliteetilla. Validiteetti kertoo, mitataanko oikeaa asiaa, ja reliabiliteetti puolestaan kertoo, kuinka tarkasti se on mitattu (Vehkalahti, 2014).

TPACK-malli on saanut analyysityökaluna tutkijoilta osakseen myös kritiikkiä ja nostanut huolenaiheita. Mallin osa-alueet, jotka sisältävät teknologiaa, eli TCK, TPK ja TPACK, ovat käsitteellisesti erilaisia, mutta erot niiden välillä ovat niin pieniä tai epäselviä, että ne menevät helposti keskenään sekaisin. (Kopcha ym., 2014) Tässä tutkimuksessa käytettiin TPACK-mallia laadullisen analyysin työkaluna juuri teknologiaa sisältävien osa-alueiden tarkasteluun. Opettajien vastauksia luokiteltiin niiden sisällön perusteella mallin mukaisesti TK-, TPK-, TCK- ja TPACK-kategorioihin. Tässä tutkimuksessa luokittelun on tehnyt yksi tutkija, eli tutkimuksen luotettavuutta ja laatua olisi voitu parantaa antamalla yhden tai useamman muun tutkijan tehdä samat luokittelut ja vertailla niitä keskenään.

#### **3.4.1 Tehdyt muunnokset**

Aineistoon tutustumisen jälkeen havaittiin syytä tehdä uudelleenluokittelu kysymyksen ”*Kuinka usein hyödynnät tietokonemittausmahdollisuuksia kemian töissä?*” (25a)

vastausluokkiin. Uudelleenluokittelu nähtiin sopivaksi vaihtoehdoksi, kuten Vehkalahti (2014) kertoo. Vastausluokkia oli annettu seitsemän: ”todella usein”, ”usein”, ”satunnaisesti”, ”harvoin”, ”todella harvoin”, ”en koskaan” ja ”haluaisin oppia käyttämään”. Koska tämän tutkimuksen tavoitteena oli vastata tutkimuskysymykseen ”*Millaiset kemian opettajat käyttävät tietokonemittausta paljon ja millaiset vähän?*” kaksi viimeistä vastausluokkaa (”en koskaan” ja ”haluaisin oppia käyttämään”) tulkittiin tässä tarkoittavan, ettei opettaja käytä ollenkaan tietokonemittausta opetuksessa. Täten nämä vastaukset yhdistettiin yhdeksi luokaksi. Uudelleenluokittelu tehtiin sekä *Microsoft Excel*:ssä että *SPSS*:ssä vaihtamalla ”haluaisin oppia käyttämään” -vastausten koodi samaksi kuin ”en koskaan” -vastausten.

Tämän tutkimuksen validiteettia parannettiin poistamalla yhden henkilön vastaukset kokonaan kaikista tuloksista, sillä hänen vastauksissa ilmeni useita ristiriitoja. Kyselylomakkeen vastauksissa voi ilmetä virheitä, jotka voivat johtua useista eri syistä (Fowler, 2009, s. 14–16). Virheiden syitä ovat esimerkiksi kysymyksen väärinymmärtäminen, vastaajan puutteelliset tiedot vastauksen antamiseksi tai vastauksen muotoilu näyttääkseen itse paremmalta.

## 4. Tulokset

Tässä luvussa käydään läpi tutkimuksen tulokset. Ensimmäiseksi luvussa 4.1 käsitellään teknologian määrittämistä kaikkien vastanneiden kesken sekä luvussa 3.2 esitetyjen vastausten perusteella erikseen paljon tietokonemittausta käyttäneiden kesken sekä vähän tietokonemittausta käyttäneiden kesken. Tästä siirrytään käsittelemään luvussa 4.2 tietokonemittauksen käyttämisen ja käyttämättä jättämisen perusteluita. Vastauksia esitellään samoihin kokonaisuuksiin jaettuna kuin luvussa 4.1. Lopuksi luvussa 4.3 kuvataan kyselyyn vastanneiden taustamuuttujiin peilaten, millaiset opettajat käyttävät tietokonemittausta paljon ja millaiset vähän.

### 4.1 Kemian teknologian määrittäminen

Kemian teknologian määritelmää kysyttiin opettajilta avoimella kysymyksellä, johon he saivat vapaasti kirjoittaa oman tulkintansa käsitteestä. Kysymykseen vastasi 114 opettajaa, joista kolmen vastaukset hylättiin, sillä ne eivät liittyneet kysymykseen. Jäljelle jääneiden 111 vastauksen perusteella muodostettiin teemoja (taulukko 10) luvussa 3.2 esitetyllä temaattisella analyysillä. Suurin osa vastauksista (74) teemoitettiin yhteen teemaan, mutta osa (35) teemoitettiin kahteen tai kaksi jopa kolmeen teemaan.

**Taulukko 10.** Opettajien määritelmät kemian teknologialle (n = 148). Taulukoituna on vastauksista muodostuneet teemat ja niiden esiintyvyys vastauksissa.

| Teema                   | Vastauksia (kpl) |
|-------------------------|------------------|
| Tekniikka               | 43               |
| Teollisuus              | 23               |
| Sovellukset             | 18               |
| Tietotaito              | 12               |
| Tuottaminen/materiaalit | 11               |
| Tutkimus                | 10               |
| Innovaatiot             | 7                |
| Elämänlaatua parantava  | 6                |
| En osaa sanoa           | 3                |
| Muu                     | 15               |

Suurin osa vastauksista (43) liittyi tekniikkaan. Tekniikkaan teemoitettiin vastauksia, joissa oli mainintoja tietokoneista, laitteista, ohjelmistoista, välineistä, datan käsittelystä ja mallintamisesta. Ohessa esimerkkivastauksia, joissa tekniikkaan liittyvät maininnat on korostettu harmaalla värillä:

*”Sähköisiä ohjelmia ja niiden hyödyntämistä myös kokeellisten töiden teossa.” (# 192)*

*”Kemian teknologiaan liittyvät kaikki mittauksiin tarvittavat välineet ja laitteet ohjelmistoinen, sekä mittaustulosten analysointiin tarvittavat / käytetyt laitteet ja ohjelmistot.” (# 162)*

*”Mitta-anturit, laskinohjelmat, piirto-ohjelmat, molekyylihallinnus.” (# 96)*

Toiseksi eniten vastauksia (23) liittyi teemaan ”teollisuus”. Esimerkiksi näissä vastauksissa oli maininta teollisuudesta:

*”Kemian käyttöä teknologiateollisuudessa.” (# 30)*

*”Lähinnä teollisuuteen liittyviä suuria laitteita tai kemian tutkimuksen kalliit laitteet.” (# 41)*

Ne vastaukset, jotka eivät sopineet vain yhteen teemaan, teemoiteltiin useamman teeman alle. Esimerkkejä vastauksista, jotka teemoitettiin kahteen teemaan:

*”Kemian teknologia on sovellusten suunnittelua, rakentamista ja käyttöä, jossa hyödynnetään kemian osaamista.” (# 116; teemat: sovellukset ja tietotaito)*

*”(Sähköiset) mittaus- ja mallinnusvälineet, tietotaito käyttää teknologiaa.” (# 10; teemat: tekniikka ja tietotaito)*

#### **4.1.1. Tietokonemittausta paljon ja ei ollenkaan käyttäneiden määritelmät kemian teknologialle**

Kemian teknologialle annettuja määritelmiä tarkasteltiin seuraavaksi luvussa 3.2 esiteltujen vastausten perusteella erikseen paljon tietokonemittausta käyttäneiden joukossa (vastausluokissa ”usein” ja ”todella usein”) sekä heidän kesken, jotka eivät käytä

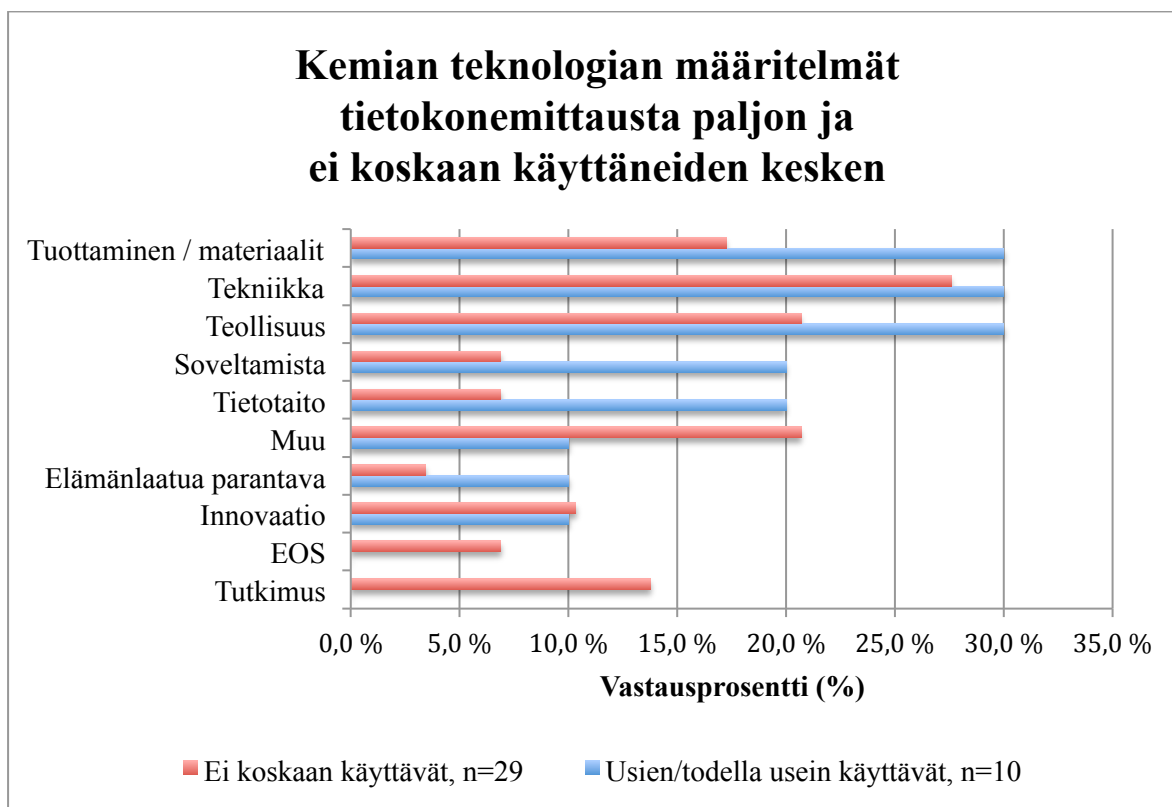
tietokonemittausta (vastausluokassa ”en koskaan”). Vastauksien esiintyvyydet luvun 4.1 muodostuneiden teemojen perusteella löytyvät taulukosta 11 ja kaaviosta 1.

Tuloksissa ei ole havaittavissa suurta eroa tietokonemittausta paljon ja vähän käyttäneiden kesken. Opettajien, jotka eivät koskaan käytä tietokonemittausta (n = 29), vastaukset olivat hajaantuneempia.

**Taulukko 11.** Tietokonemittausta paljon (n = 10) ja ei koskaan (n = 29) käyttäneiden määritelmät kemian teknologialle. Taulukossa on vastauksista muodostuneet teemat sekä niiden esiintyvyys vastauksissa.

| <b>Teema</b>                 | <b>Usein ja todella usein käyttävät</b> |          | <b>Ei koskaan käyttävät</b> |          |
|------------------------------|---|----------|-----------------------------|----------|
|                              | <b>kpl</b>                              | <b>%</b> | <b>kpl</b>                  | <b>%</b> |
| Tutkimus                     | 0                                       | 0,0 %    | 4                           | 13,8 %   |
| ”EOS” (en osaa sanoa)        | 0                                       | 0,0 %    | 2                           | 6,9 %    |
| Innovaatio                   | 1                                       | 10,0 %   | 3                           | 10,3 %   |
| Elämänlaatua parantava       | 1                                       | 10,0 %   | 1                           | 3,4 %    |
| Muu                          | 1                                       | 10,0 %   | 6                           | 20,7 %   |
| Tietotaito                   | 2                                       | 20,0 %   | 2                           | 6,9 %    |
| Soveltaminen                 | 2                                       | 20,0 %   | 2                           | 6,9 %    |
| Teollisuus                   | 3                                       | 30,0 %   | 6                           | 20,7 %   |
| Tekniikka                    | 3                                       | 30,0 %   | 8                           | 27,6 %   |
| Tuottaminen /<br>materiaalit | 3                                       | 30,0 %   | 5                           | 17,2 %   |





**Kaavio 1.** Kemian teknologian määritelmät, jossa opettajien vastaukset ovat eriteltynä tietokonemittausta paljon (sinisellä) ja ei koskaan (punaisella) käyttäneiden perusteella.

#### 4.2 Syyt tietokonemittauksen käyttöön ja käyttämättä jättämiseen

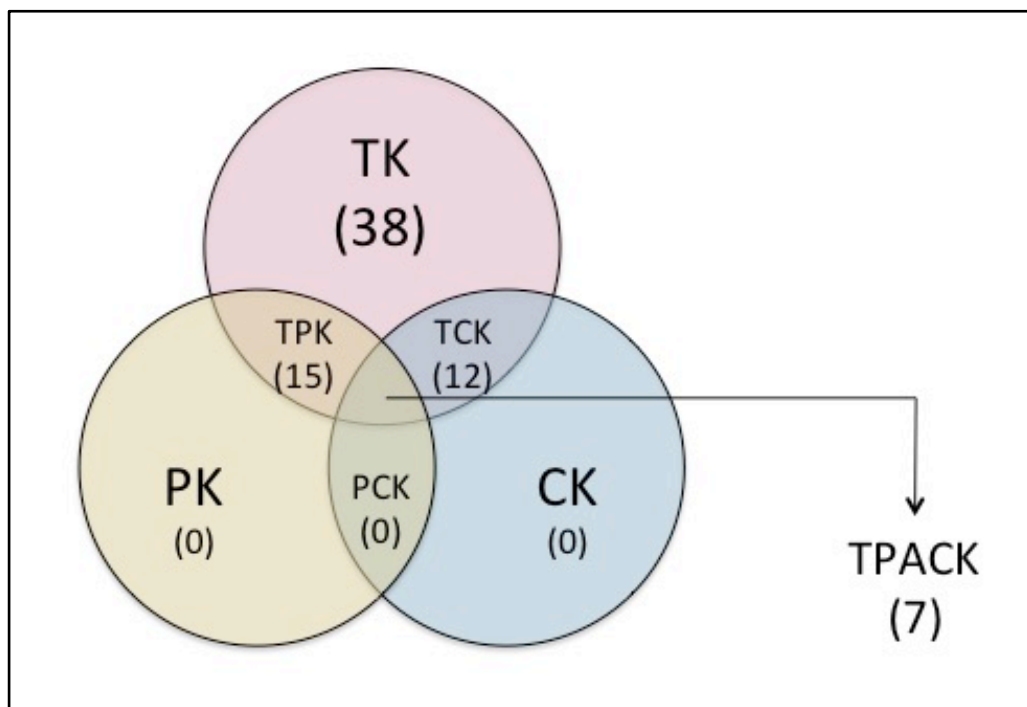
Avoimeen kysymykseen ”*Miksi käytät tietokonemittausmahdollisuuksia kemian töissä?*” vastasi 86 kemian opettajaa. Suurin osa (72) näistä vastauksista kategorisoitiin TPACK-mallin avulla joko TK-, TCK-, TPK- tai TPACK-kategoriaan (taulukko 12, kuva 3). TPACK-mallin ulkopuolelle jäi neljän opettajan vastaukset, sillä ne eivät sopineet kyseisiin kategorioihin. Kolmesta näistä oli perusteluina opetussuunnitelma (OPS) ja yksi ei tiennyt, miksi hän käyttää. Opetussuunnitelmaa käyttivät perusteluna yhteensä viisi opettajaa, mutta näistä kahden henkilön vastaukset kategorisoitiin kahteen ryhmään, sillä heidän vastauksissaan oli opetussuunnitelman lisäksi myös muu TPACK-malliin liittyvä syy.

Lisäksi 10 muuta vastausta hylättiin kokonaan, koska ne eivät vastanneet kyselylomakkeen kysymykseen. Tällaisia vastauksia olivat esimerkiksi listaus, mitä välineitä käytetään, missä kursseissa mitään välineitä käytetään tai miksi niitä ei käytä. Muut TPACK-mallin osa-alueet (PK, CK ja PCK) jäivät tämän tutkimuksen ulkopuolelle, sillä tutkittava

kysymys liittyi suoraan teknologiaan, jolloin myös vastaukset kategorisoituivat teknologiaan liittyviin osa-alueisiin.

**Taulukko 12.** Opettajien perustelut, miksi he käyttävät tietokonemittauksia (n = 78).

| Kategoria | Vastauksia (kpl) |
|-----------|------------------|
| TK        | 38               |
| TPK       | 15               |
| TCK       | 12               |
| TPACK     | 7                |
| OPS       | 5                |
| En tiedä  | 1                |



**Kuva 3.** Opettajien perustelut, miksi he käyttävät tietokonemittauksia (n = 78), sijoitettuna TPACK-malliin. Teknologis-pedagogis-sisällöllistä hyötyä (TPACK) oli seitsemässä vastauksessa, teknologis-pedagogista hyötyä (TPK) oli 15 vastauksessa, teknologis-sisällöllistä hyötyä (TCK) oli 12 vastauksessa ja teknologista osaamista (TK) oli 38 vastauksessa.

Kategoriaan TK, laskettiin sellaisia vastauksia (38), jotka liittyivät pelkästään teknisiin ominaisuuksiin. Nämä vastaukset keskittyivät esimerkiksi kokeellisten töiden nopeuttamiseen tai tarkentumiseen, nykyaikaistamiseen tai oppilaiden pärjäämiseen sähköisissä kokeissa:

*"Datan käsittely helppoa" (# 83)*

*"Nykytekniikkaa" (#91)*

*"Tulosten saamiseksi Exceliin" (# 48)*

*"Opiskelijat oppivat näin käyttämään mittausohjelmaa, jolla voi käsitellä dataa yo-kirjoituksissa." (# 102)*

Kategoriaan TPK kuuluvat ne vastaukset (15), jotka mainitsevat jonkin pedagogisen hyödyn. Näitä ovat muun muassa havainnollistaminen, ilmiöiden ymmärtäminen, oppilaiden mielenkiinnon tai motivaation nostaminen:

*"Koska siitä saadaan omaa mittausdataa, jota voi olla mielekkäämpi jatkokäsitellä." (# 10)*

*"Motivoi! Lisää tapoja havainnollistaa." (# 65)*

*"Kuvien piirtyminen tekee muutoksesta hyvin konkreettista." (# 68)*

TCK-kategoriaan kuuluvat sellaiset vastaukset (12), jotka käsittelevät jollain tapaa kemian sisältöä. Tähän kategoriaan kuuluivat esimerkiksi perustelut siitä, että teknologian käyttö antaa oikeamman kuvan nykykemistin työstä ja ne vastaukset, jotka olivat liitettyinä jonkin tietyn kemiaan liittyvän työn tekemiseen:

*"Se antaa paremman kuvan kemistin työstä ja antaa tarkemmat mittaustulokset." (# 57)*

*"Titrauskäyrän piirtoa varten." (# 104)*

*"Lähinnä titrauskäyriin, koska niitä on hankala tehdä käsin." (# 179)*

TPACK-kategoriaan laskettiin kaikki ne vastaukset (7), jotka käsittelevät sekä pedagogista että sisällöllistä hyötyä, eli molempia edellisistä kategorioista:

*"Antaa toisenlaisen lähestymistavan mittaamiseen. Teollisuudessa lähes kaikki asiat tehdään automaattisesti." (# 30)*

*”Visualisoi mikrotason muutoksen.” (# 36)*

*”Tietokonemittaus luo kosketuspintaa moderniin mittaustekniikkaan ja tuottaa helposti havainnollisia kaavioita tuloksista. Mahdollistaa usein tulosten reaaliaikaisen seurannan silloinkin, kun se ei olisi manuaalisesti tehtävissä (esim. happo-emästitys).” (# 94)*

Kysymykseen *”Miksi et käytä tietokonemittausmahdollisuuksia kemian töissä?”* vastasi yhteensä 131 opettajaa, joista yhden vastaus hylättiin, koska se ei vastannut kysymykseen. Vastauksissa mainittiin monesti useita syitä, jolloin niitä kategorisoitiin useampaan kategoriaan (taulukko 13). Vastausten perusteella muodostettiin luokat: ”ei välineistöä”, ”en osaa”, ”aikapula”, ”ei sopivia antureita” ja ”muu”.

**Taulukko 13.** Opettajien perustelut, miksi he eivät käytä tietokonemittausmahdollisuuksia kemian töissä (n = 159).

| Kategoria            | Vastauksia (kpl) |
|----------------------|------------------|
| Ei ole välineistöä   | 97               |
| En osaa              | 32               |
| Aikapula             | 8                |
| Ei sopivia antureita | 8                |
| Muu                  | 14               |

Suurin osa vastauksista (97) liittyi yleiseen välineistön puutteeseen, niiden vähyyteen oppilasmäärää nähden tai niiden huonoon toimivuuteen. Toiseksi eniten vastauksia (32) liittyi opettajan oman osaamisen puutteeseen. Aikapulaan viittasi kahdeksan opettajaa, joista osa mainitsi opiskelijoiden hitauden uuden tekniikan hallitsemisessa:

*”Kestää tovin, ennen kuin opiskelijat pääsevät sinuiksi mittaushjelmiston kanssa, eli vie liikaa aikaa jo muutenkin kiireisessä lukiossa.” (# 142)*

Kahdeksan vastausta liittyi siihen, että monesti kemian tunneilla tehdään töitä, joihin tietokonemittaukset eivät sovi tai ei löydy sopivia antureita laitteista:

*”Mittausjärjestelmässä ei ole kemian töissä tarvittavia antureita.” (# 9)*

*”Moni työ liittyy kvalitatiivisiin aiheisiin (vaikka joku tunnistamistyö), jossa ei ole kvantiteetteja mitattavaksi.” (# 95)*

*”Ei sovellu hyvin.” (# 104)*

Muita syitä oli useita (14), mutta ei riittävästi muodostamaan omia erillisiä kategorioita. Perustelut liittyivät esimerkiksi opettajien haluttomuuteen siirtyä vanhoista perinteisistä tavoista sähköisiin tapoihin, laitteiden kalleuteen, jonka takia niitä ei uskalleta antaa käyttöön kaikille oppijoille, töiden muuttumiseen liian haasteellisiksi oppijoille tai näkemykseen, että peruskoulussa ei ole tietokonemittaukselle tarvetta:

*”En ihan ymmärrä mihin antureita peruskoulussa tarvitaan. Lämpötilan voi mitata mittarilla; samoin pH:n, Kuvaajat voi piirtää.” (# 178)*

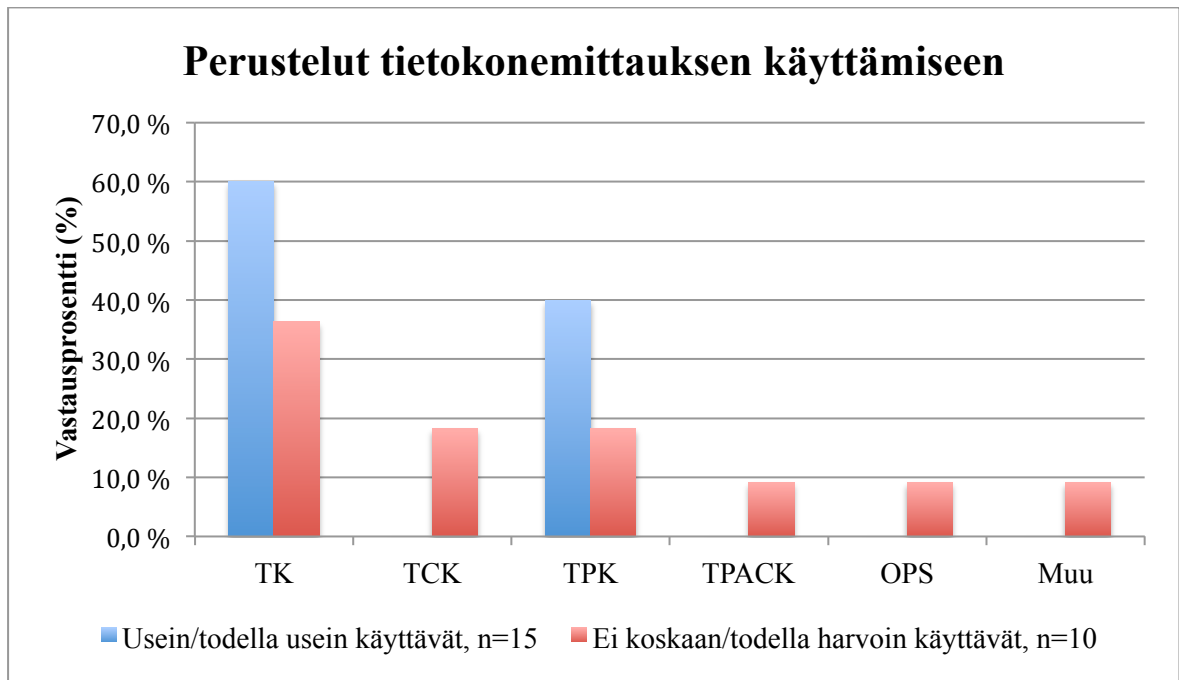
*”Käytössä olevien välineiden puutteen ja omien ennakoasenteiden takia.” (# 82)*

*”Mittausautomaation tuottaman datan siirtäminen koneelle on hankalaa tällä hetkellä.” (# 48)*

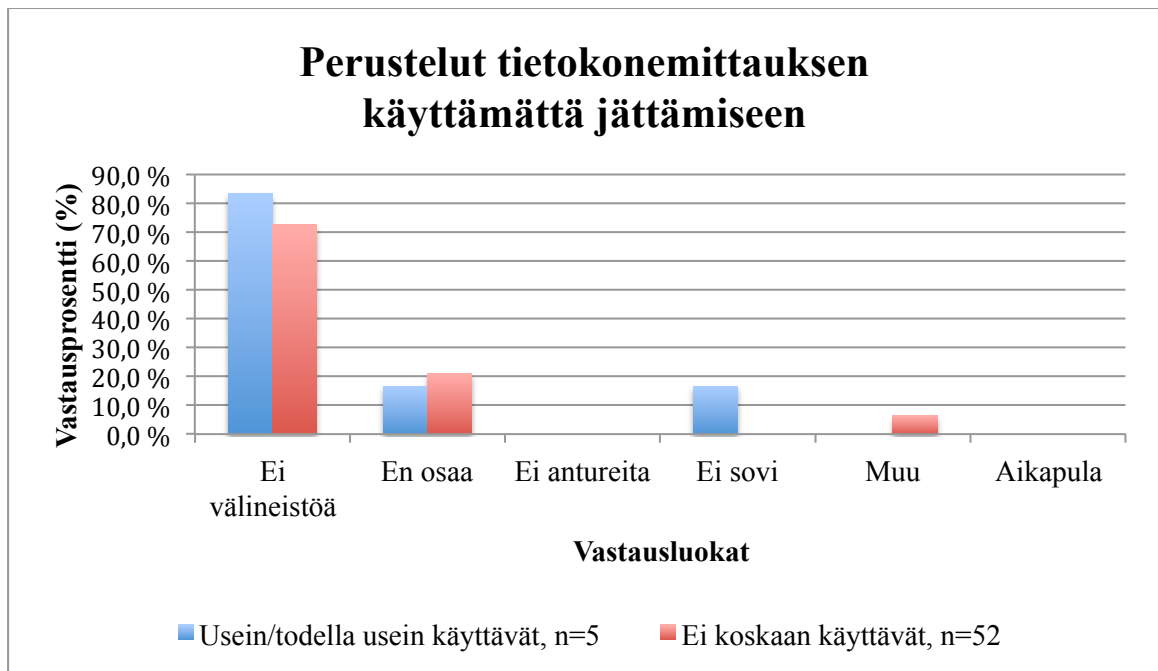
*”Toisinaan koen kemiallisen reaktion kautta tehdyn mittauksen opettavaisempaan kuin valmiin anturin käyttämisen (esimerkiksi veden happipitoisuuden määrittäminen).” (# 96)*

#### **4.2.1. Tietokonemittauksista paljon ja vähän käyttäneiden perustelut**

Tietokonemittauksen käyttämisen ja käyttämättä jättämisen perusteluita tarkasteltiin seuraavaksi luvussa 3.2 esitellyjen vastausten perusteella erikseen tietokonemittauksista paljon käyttäneiden kesken (vastausluokat ”usein” ja ”todella usein”) sekä vähän tai ei ollenkaan käyttäneiden kesken (vastausluokat ”todella harvoin” ja ”en koskaan”). Perustelut käyttämisen puolesta löytyvät kaaviosta 2, jossa vastaajat on jaoteltu luvun 4.2 tulosten mukaisesti TPACK-mallin ryhmiin. Vastaavasti perustelut käyttämättä jättämiseen löytyvät kaaviosta 3.



**Kaavio 2.** Tietokonemittauksen käyttämisen perusteluita sijoitettuna TPACK-malliin, jossa vastaukset ovat eriteltynä tietokonemittausta paljon (sinisellä) ja vähän (punaisella) käyttäneiden perusteella.



**Kaavio 3.** Tietokonemittauksen käyttämättä jättämisen perusteluita sijoitettuna TPACK-malliin, jossa vastaukset ovat eriteltynä tietokonemittausta paljon (sinisellä) ja vähän (punaisella) käyttäneiden perusteella.

### 4.3 Millaiset opettajat käyttävät tietokonemittausta paljon ja millaiset vähän?

Luvussa 3.2 esiteltyjä vastauksia tietokonemittauksen käytön määrästä verrattiin opettajien eri taustamuuttujiin, joita ovat: sukupuoli (mies tai nainen), opetusvuodet (alle vuoden, 1-5 vuotta, 5-10 vuotta, 11-15 vuotta, 16-20 vuotta, yli 20 vuotta), opetusaste (peruskoulu, lukio, molemmat), koulutustausta kemiassa (perusopinnot, perus- ja aineopinnot, syventävät opinnot, jatko-opinnot), täydennyskoulutukseen osallistuminen viimeisen viiden vuoden aikana (ei ollenkaan, 1-4 kertaa, kerran vuodessa, useamman kerran vuodessa), maakunta (kaikki Suomen maakunnat) ja kokeellisten töiden teettäminen kurssin aikana (ei yhtään, yksi, kaksi, kolme, neljä, viisi, kuusi, yli kuusi, pääsääntöisesti työkursseilla).

Tilastollista merkitsevyyttä havaittiin seuraavissa taustamuuttujien kategorioissa: opetusaste, opettajan koulutustausta kemiasta ja opettajien osallistuminen täydennyskoulutukseen viimeisten viiden vuoden aikana (taulukko 14). Näiden kategorioiden tarkemmat tulokset esitellään seuraavissa alaluvuissa.

**Taulukko 14.** P-arvot tehdyistä mittauksista Mann-Whitney ja Kruskal-Wallis -testeistä. Arvot, jotka ovat tilastollisesti merkittäviä ( $p\text{-arvo} < 0,05$ ), on merkitty taulukkoon sinisellä taustavärillä.

| Kategoria         | p-arvo  |
|-------------------|---------|
| Sukupuoli         | 0,895   |
| Opetusvuodet      | 0,275   |
| Opetusaste        | < 0,001 |
| Koulutustausta    | 0,041   |
| Täydennyskoulutus | 0,013   |
| Maakunta          | 0,796   |
| Kokeelliset työt  | 0,089   |

#### 4.3.1 Opetusaste

Kruskal-Wallis -testissä havaintoarvot korvataan järjestysluvuilla, joiden keskiarvoa vertaillaan. Testin mukaan ryhmien välillä oli tilastollisesti merkitsevä ero opettajien opetusasteella,  $X^2(2, 192) = 26,281$ ,  $p = 0,000$ , siten että järjestysten keskiarvo perusopetuksessa oli 76,90 (mediaani = 3), lukiossa 120,32 (mediaani = 5) ja niille, jotka

työskentelevät molemmissa asteissa 98,11 (mediaani = 3,5) (taulukko 15). Keskiarvojen ja mediaanien perusteella ryhmät poikkeavat toisistaan tietokonemittausten käytössä. Alhainen p-arvo kertoo, että ero vähintään kahden ryhmän välillä on tilastollisesti merkitsevä.

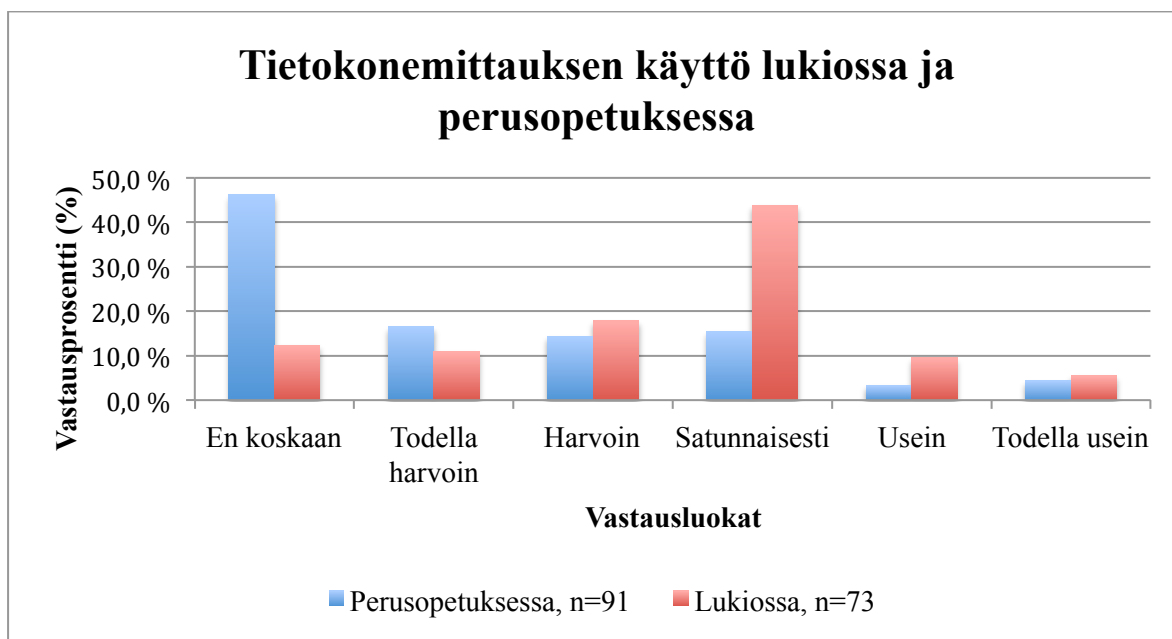
**Taulukko 15.** Tietokonemittausmahdollisuuden hyödyntäjät suhteessa opettajien opetusasteeseen (perusopetus, lukionopetus, opettajia molemmissa asteissa). Taulukossa on vastausfrekvenssi sekä K-W -testissä muodostuneet järjestyksen keskiarvot ja mediaani.

| Opetusaste       | Frekvenssi | Järjestyksen keskiarvo | Mediaani |
|------------------|------------|------------------------|----------|
| Perusopetuksessa | 91         | 76,90                  | 3        |
| Lukiossa         | 73         | 120,32                 | 5        |
| Molemmissa       | 28         | 98,11                  | 3,5      |
| <b>Yhteensä</b>  | <b>192</b> |                        |          |

Seuraavaksi suoritettiin SPSS:llä parivertailua, jossa selvitettiin minkä ryhmien välillä tietokonemittauksen käytön ero on tilastollisesti merkitsevä. Parivertailun mukaan lukion opettajat eroavat peruskoulun opettajista tilastollisesti erittäin merkitsevästi ( $p < 0,001$ ). Muiden ryhmien väliset erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.

Tämän jälkeen tutkittiin vastausten jakautumista eri vastausluokkiin, mitä esitellään kaaviossa 4, jossa vastaukset on eritelty opettajien opetusasteen mukaan. Tuloksista nähtiin, että opettajat käyttävät tietokonemittautta enemmän lukiossa kuin peruskoulussa.





**Kaavio 4.** Tietokonemittauksen käyttö lukio- ja peruskouluopettajien keskuudessa eri vastausluokkiin jaoteltuna.

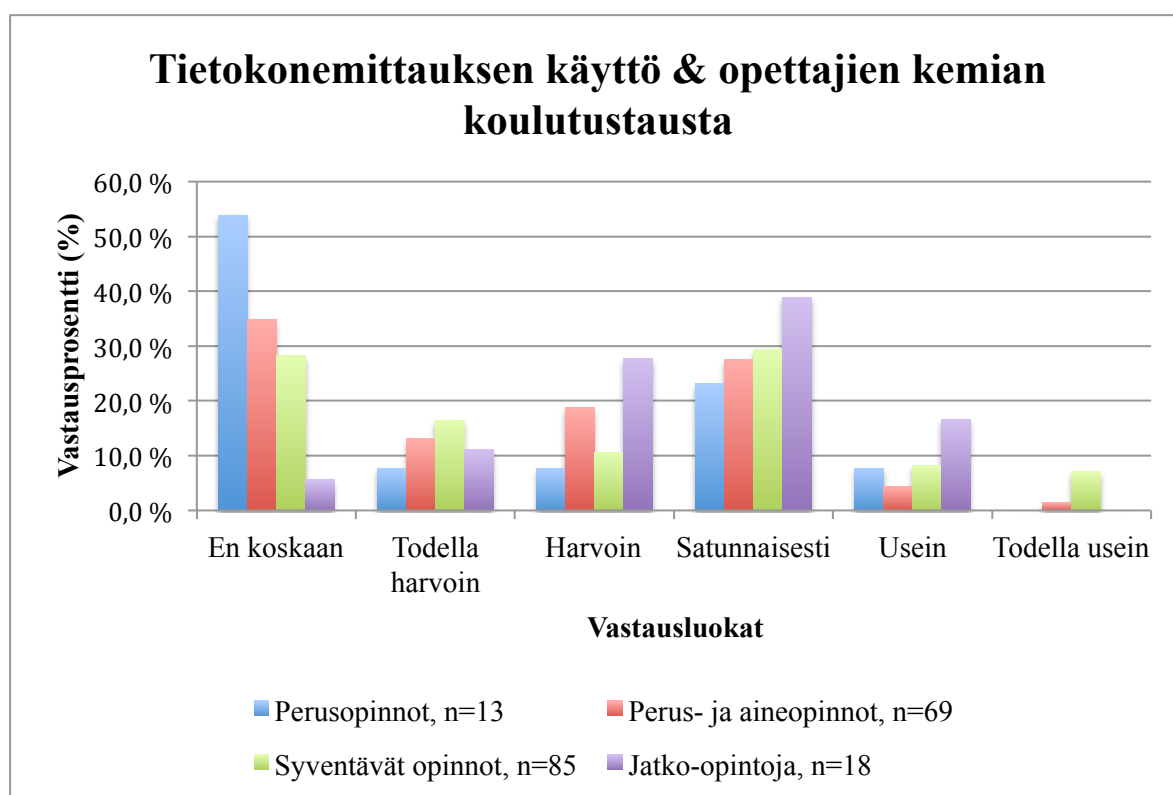
#### 4.3.2 Koulutustausta

Opettajien kemian opintojen koulutuksenkin taustalla oli Kuruskal-Wallis -testin mukaan tilastollisesti merkittävä ero  $X^2(3, 185) = 8,273$ ,  $p = 0,041$ , siten että, järjestyksen keskiarvo oli perusopinnot suorittaneille 73,04 (mediaani = 2), perus- ja aineopinnot suorittaneille 85,12 (mediaani = 4), syventäviä opintoja suorittaneille 97,12 (mediaani = 4) ja jatko-opintoja suorittaneille 118,17 (mediaani = 5) (taulukko 16). Järjestyksen keskiarvo ja mediaani kasvavat siten siirryttäessä koulutustaustaryhmissä kohti korkeampaa koulutusta.

**Taulukko 16.** Tietokonemittausta hyödyntävät opettajat suhteessa heidän kemian koulutuksen taustaan (perusopinnot, perus- ja aineopinnot, syventävät opinnot, jatko-opinnot). Taulukosta näkyy vastausfrekvenssi sekä K-W -testissä muodostuneet järjestyksen keskiarvot ja mediaani.

| Koulutustausta        | Frekvenssi | Järjestyksen keskiarvo | Mediaani |
|-----------------------|------------|------------------------|----------|
| Perusopinnot          | 13         | 73,04                  | 2        |
| Perus- ja aineopinnot | 69         | 85,12                  | 4        |
| Syventävät opinnot    | 85         | 97,12                  | 4        |
| Jatko-opintoja        | 18         | 118,17                 | 5        |
| <b>Yhteensä</b>       | <b>185</b> |                        |          |

Parivertailussa ei selvinnyt, minkä kahden ryhmän välillä ero oli tilastollisesti merkitsevä. Tämä tarkoittaa, että ryhmät vaikuttavat tuloksiin, mutta emme pysty näiden tuloksien avulla sanomaan miten. Tietokonemittauksen käyttöön liittyvien vastausten jakautumista eri vastausluokkiin esitetään kaaviossa 5, jossa vastaukset eriteltiin opettajien koulutustaustan perusteella. Kaaviossa tulokset vaikuttavat viittaavan siihen, että mitä enemmän kemian opintoja on suoritettuna, sitä enemmän opettajat käyttävät tietokonemittauksia hyödyksi opetuksessa.



**Kaavio 5.** Tietokonemittauksen hyödyntäminen opetuksessa vastausluokkien perusteella jaoteltuna, kun vastaukset ovat eriteltynä opettajien kemian koulutustaustan mukaan.

#### 4.3.3. Osallistuminen täydennyskoulutukseen

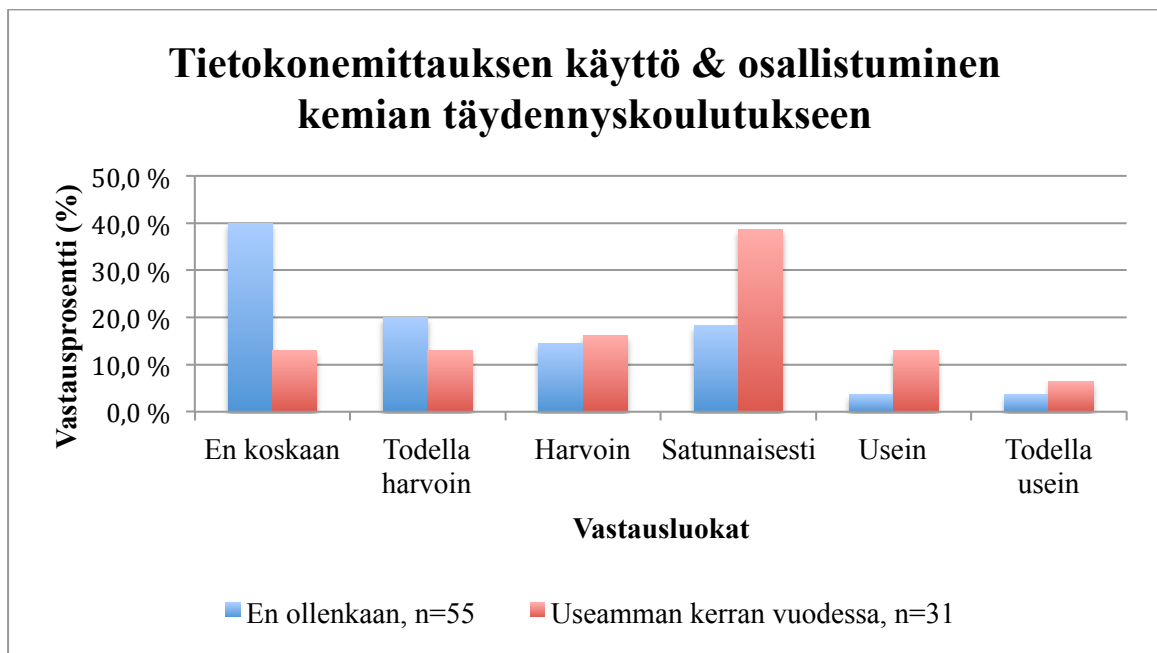
Kruskal-Wallis -testin mukaan myös opettajien osallistumisella kemian täydennyskoulutukseen kuluneen viiden (5) vuoden aikana oli tilastollisesti merkittävä vaikutus tuloksiin  $X^2(3, 192) = 10,850$ ,  $p = 0,013$ , siten että, järjestyksen keskiarvo oli ei ollenkaan osallistuneilla 81,11 (mediaani = 3), 1–4 kertaa osallistuneilla 98,60 (mediaani = 4), kerran vuodessa osallistuneilla 93,56 (mediaani = 4) ja useamman kerran vuodessa osallistuneilla 120,56 (mediaani = 5) (taulukko 17). Arvoista nähdään, että niillä, jotka ovat viimeisen viiden vuoden aikana osallistuneet useamman kerran vuodessa

täydennyskoulutukseen, on suurempi järjestyksen keskiarvo ja mediaani kuin muilla ryhmillä.

**Taulukko 17.** Tietokonemittauksen hyödyntäminen opetuksessa suhteessa opettajien osallistumiseen kemian täydennyskoulutuksiin viimeisten viiden vuoden aikana (”en ollenkaan”, ”1–4 kertaa”, ”kerran vuodessa”, ”useamman kerran vuodessa”). Taulukosta näkyy vastausfrekvenssi sekä K-W -testissä muodostuneet järjestyksen keskiarvot ja mediaani.

| <b>Osallistuminen kemian täydennyskoulutuksiin viimeisten 5 vuoden aikana</b> | <b>Frekvenssi</b> | <b>Järjestyksen keskiarvo</b> | <b>Mediaani</b> |
|---|-------------------|-------------------------------|-----------------|
| En ollenkaan  | 55                | 81,11                         | 3               |
| 1–4 kertaa  | 82                | 98,60                         | 4               |
| Kerran vuodessa   | 24                | 93,52                         | 4               |
| Useamman kerran vuodessa  | 31                | 120,56                        | 5               |
| <b>Yhteensä</b>   | <b>192</b>        |                               |                 |

Parivertailun tuloksista selvitettiin, että tilastollisesti merkittävä ero oli vastausluokkien ”useamman kerran vuodessa” ja ”ei ollenkaan” välillä ( $p = 0,007$ ). Muiden ryhmien väliset erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Tietokonemittauksen käyttöön liittyvien vastausten jakautuminen eri vastausluokkiin esitetään kaaviosta 6, jossa vastaukset eriteltiin täydennyskoulutukseen osallistumisen perusteella.



**Kaavio 6.** Tietokonemittauksen hyödyntäminen opetuksessa vastausluokkien perusteella jaoteltuna, kun vastaukset ovat eriteltyinä opettajien kemian täydennyskoulutukseen osallistumisen mukaan.

Kaaviosta nähdään, että ne opettajat, jotka eivät ole osallistuneet ollenkaan kemian täydennyskoulutukseen viimeisten viiden vuoden aikana, käyttävät vähemmän tietokonemittauksia opetuksessa kuin ne opettajat, jotka ovat osallistuneet useamman kerran vuodessa kemian täydennyskoulutukseen.

## **5. Pohdinta ja johtopäätökset**

### **5.1 Kemian teknologian määrittäminen**

Tässä tutkimuksessa havaittiin, ettei kemian teknologian määritelmä ole opettajille yksiselitteinen, sillä heidän vastausten pohjalta teemoja käsitteelle muodostui useita. Havainto on yhtenäinen Cajasin (2001) löydösten kanssa, joiden mukaan teknologialla sanana on paljon sivumerkityksiä ja se yhdistetään monesti tietokoneisiin tai tieteen soveltamiseen. Nämä samat teemat nousivat tässäkin tutkimuksessa yleisimmiksi määritelmiksi (luku 4.1). Laajaniemi ja Aksela (2007) havaitsivat puolestaan peruskoulun oppilaille saman kemian teknologia -käsitteen olevan suhteellisen tuntematon, mikä on tämän tutkimuksen perusteella ymmärrettävää, koska se ei tunnu olevan opettajillekaan selkeä.

### **5.2 Tietokonemittauksen käytön perustelut**

Tässä tutkimuksessa havaittiin, että suurin osa perusteluista tietokonemittauksen käyttämisestä osuivat TPACK-mallin teknologia-aluseen, eli TK-kategoriaan (luku 4.2). Löydös saattaa olla yksi syy laitteiden vähäiselle käytölle opettajien keskuudessa Suomessa, sillä aikaisemmissa tutkimuksissa on havaittu, että teknologia nähdään monesti vain työkaluna, jota käytetään jonkin asian helpottamiseksi. Tällainen ajattelu saattaa rajoittaa teknologian integroimista opetukseen. (Blonder ym., 2013) Onnistunut teknologian integroiminen opetukseen vaatii sitä, että teknologian käytön hyötyä pohditaan opetettavan aineen sisällön perusteella sekä pedagogisten hyötyjen kannalta (Voogt ym., 2013).

Kuitenkin tässä tutkimuksessa (luku 4.2.1) havaittiin, että suurin osa tämän tutkimuksen pohjana olevaan kyselytutkimukseen vastanneista opettajista, jotka olivat ilmoittaneet käyttävän usein tai todella usein tietokonemittauksia, perustelivat laitteiden käyttöä juurikin niiden teknisillä ominaisuuksilla (TK-kategoria), mikä ei ole linjassa aikaisempien tutkimusten kanssa. Syy saattaa löytyä siitä, että lukion sähköistettyjen ylioppilaskirjoitusten takia oppilaiden pitää oppia käyttämään sähköisiä ohjelmistoja, jolloin opettajat ottavat mittauslaitteita käyttöön opettaakseen tarvittavia teknisiä taitoja (Opetushallitus, 2015).

Teknologian sisällyttämisellä opetukseen konstruktivistisen teorian mukaisesti voisi muuttaa opetusta siten, että teknologia tukisi opetettavan aihealueen ymmärtämistä. Tämän ajatuksen ymmärtäminen voisi tutkimuksien mukaan motivoida opettajia käyttämään tietokonemittauksia enemmän (Russell ym., 2004). Tullakseen toteen tämä vaatii pedagogisia perusteluita tietokonemittausten käytölle. Pedagogisia perusteluita havaittiinkin tässä tutkimuksessa enemmän usein tietokonemittausta opetuksessa käyttävien opettajien antamissa vastauksissa kuin niiden, jotka käyttävät tietokonemittausta harvoin (luku 4.2.1).

Tässä tutkimuksessa havaittiin, että välineistön ja oman osaamisen puute olivat suurimmat syyt tietokonemittauslaitteiden käyttämättä jättämiseen (luku 4.2). Vaikka laitteet ovat tutkimusten mukaan helppokäyttöisiä (Lajium, 2016; Srisawasdi, 2012), opettajien puutteellinen koulutuksen on havaittu olevan yksi syy laitteiden käyttämättä jättämiseen (Tan ym., 2005). Luvussa 4.3 esitellään näitä tutkimuksia vahvistava löydös, joka kertoo tilastollisesti merkitsevästi opettajien täydennyskoulutukseen osallistumisen määrän vaikuttavan tietokonemittausten käyttöön opetuksessa, kun vertaillaan useamman kerran vuodessa täydennyskoulutukseen osallistuvia opettajia opettajiin, jotka eivät ole viimeiseen viiteen vuoteen osallistuneet kertaakaan täydennyskoulutuksiin.

Kuten luvussa 3.4 mainittiin, kyselylomakkeiden vastauksissa voi aina ilmetä virheitä. Nämä virheet voivat johtua useista eri syistä, kuten kysymyksen väärinymmärtämisestä (Fowler, 2009, s. 14–16). Myös tässä tutkimuksessa havaittiin, että tutkimuksen pohjana toiminut kyselylomake mahdollisti joiltain osin kysymysten väärinymmärtämisen tai tulkitsemisen useammalla tavalla. Tämä näkyy luvussa 4.2.1, jossa käytiin läpi tietokonemittausta paljon ja vähän käyttäneiden perusteluita käytön määrälle. Nähtiin, että myös opettajat, jotka olivat ilmoittaneet käyttävänsä tietokonemittausta usein tai todella usein, käyttivät välineistön puutetta perusteluna tietokonemittauksen käyttämättä jättämiselle. Vastauksia voidaan tulkita siten, että välineistöä ei ole kaikille mahdollisille mittauksille, joita kemian töissä voitaisiin tehdä (kuten NMR- tai IR-laitteita, jotka mainittiin muutamassa vastauksessa). Toisaalta vastauksia voidaan tulkita myös siten, ettei jotakin perusmittausvälineistöä (kuten sähköistä pH- tai lämpötilamittaria) ole ollenkaan käytössä koulussa.

### 5.3 Tietokonemittausta käyttävät opettajat

Tämän tutkimuksen kolmantena tutkimuskysymyksenä oli selvittää, ”*millaiset kemian opettajat käyttävät tietokonemittausta paljon ja millaiset vähän?*” Tutkimuksessa havaittiin, että lukion opettajat käyttävät tietokonemittauksia enemmän kuin peruskoulun opettajat. Lukiossa opiskelijoiden pitäisi osata hyödyntää teknologiaa kemian tutkimusten tekemisessä (Opetushallitus, 2015), mikä on linjassa tämän tutkimuksen löydösten kanssa. Tämän tutkimuksen tuloksissa havaittiin myös, ettei peruskoulussa koeta sähköistymistä yhtä hyödylliseksi, mikä johtuu osittain siitä, että useimmat kemian työt peruskoulussa ovat kvalitatiivisia.

Lisäksi tässä tutkimuksessa havaittiin, että opettajien koulutustaustalla näyttäisi olevan vaikutusta tietokonemittauksen käytön määrään opetuksessa. Löydös on linjassa sen kanssa, että sisältötiedon hallitsemisen (CK-kategoria) on muissakin tutkimuksissa havaittu vaikuttavan teknologian integroimiseen positiivisesti. (Voogt ym., 2013)

Myös kysymykseen ”*Kuinka usein hyödynnät tietokonemittausmahdollisuuksia kemian töissä?*” on saattanut vaikuttaa kysymyksen tulkinnanvaraisuus riippuen opettajan omasta taustasta. Eri vastausvaihtoehtojen (”todella usein”, ”usein”, ”satunnaisesti”, ”harvoin”, ”todella harvoin”, ”en koskaan”) kohdalla voidaan pohtia, suhteuttaako vastaaja käytön määrään siihen, minkä verran mittauslaitteita voidaan hyödyntää kemian töissä peruskoulussa tai lukiossa, vai miten käyttö vertautuu esimerkiksi fysiikan töihin, joissa on huomattavasti enemmän mahdollisuuksia hyödyntää mittauslaitteita?

### 5.4 Jatkotutkimuskohteita

Jatkotutkimuksessa voisi laajemmin selvittää suomalaisten opettajien pedagogisia perusteluita käyttää tietokonemittausta opetuksessa, sillä aikaisemmin tehtyjen tutkimuksen mukaan opettajien pedagogiset ajatukset vaikuttavat siihen, miten teknologiaa integroidaan opetukseen. (Voogt ym., 2013)

On myös tutkimuksia siitä, että opettajien kehittyminen ainoastaan TPACK-mallin eri osa-alueilla ei vielä riitä uuden teknologian tuomiseksi opetukseen, vaan opettajien pitää myös uskoa omiin kykyihinsä käyttääkseen teknologiaa opetuksessa (Blonder ym., 2013). Tähän

liittyen yksi mahdollinen jatkotutkimuskohde on opettajien minäpystyvyyden vaikutuksen tutkiminen tietokonemittauksien käyttöön.

Koulussa voidaan nostaa oppilaiden kiinnostusta tieteeseen ja teknologiaan opinnoissa esimerkiksi STS-opetusmuodolla (Aikenhead, 2009). Lisäksi luonnontieteitä kannattaa opettaa soveltavasti teknologian suhteen, jotta motivaatio soveltaa jatkuisi opiskelun jälkeenkin (Lindh, 2006). Näiden perusteella kemian teknologian opetustapaan kannattaisi kiinnittää tarkkaa huomiota, sillä se voisi potentiaalisesti nostaa oppilaiden motivaatiota ja kannustaa heitä pysymään kiinnostuneena tieteestä ja teknologiasta myöhemminkin. Yhtenä jatkotutkimuskohteena voisikin olla vaikutus, jota opetuksen osana käytetyillä tietokonemittauksilla on opetettavien opiskelumotivaatioon.



## Lähteet

- Agyei, D. D., & Keengwe, J. (2014). Using technology pedagogical content knowledge development to enhance learning outcomes. *Education and Information Technologies*, 19(1), 155–171. <https://doi.org/10.1007/s10639-012-9204-1>
- Aikenhead, G. (2009). Research Into STS Science Education. *Revista Brasileira de Pesquisa Em Educação Em Química*, 9(1).  
<https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2005.3.66101>
- Aksela, M., & Juvonen, R. (1999). *Kemian opetus tänään*. Helsinki: Opetushallitus.
- Aksela, M., & Karjalainen, V. (2008). *Kemian opetus tänään: Nykytila ja haasteet Suomessa*. (Kemian opettajankoulutusyksikön julkaisua). Helsingin yliopisto.
- Blonder, R., Jonatan, M., Bar-Dov, Z., Benny, N., Rap, S., & Sakhnini, S. (2013). Can You Tube it? Providing chemistry teachers with technological tools and enhancing their self-efficacy beliefs. *Chemistry Education Research and Practice* 14(3), 269–285.  
<https://doi.org/10.1039/C3RP00001J>
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Cajas, F. (2001). The science/technology interaction: Implications for science literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(7), 715–729. <https://doi.org/10.1002/tea.1028>
- Chowdhury, M. (2016). The Integration of Science-Technology-Society/Science-Technology-Society-Environment and Socio-Scientific-Issues for Effective Science Education and Science Teaching. *Electronic Journal of Science Education*, 20(5), 19–38.
- DeCoito, I., & Richardson, T. (2018). Teachers and Technology: Present Practice and Future Directions. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 18(2), 362–378.
- Fowler, F. J. (2009). *Survey research methods* (4th ed). Thousand Oaks, Calif. ; London: SAGE.
- Hopea-Manner, A. (2019). *Kemian opetuksen tila vuonna 2018: Kartoitus kemian opettajien käsityksistä*. Helsingin yliopisto. <http://hdl.handle.net/10138/301002>
- Kalonde, G. (2017). Rural school math and science teachers' technology integration familiarization. *International Journal of Educational Technology*, 4(1), 17–25.
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2005). What Happens When Teachers Design Educational Technology? The Development of Technological Pedagogical Content Knowledge. *Journal of Educational Computing Research*, 32(2), 131–152.  
<https://doi.org/10.2190/0EW7-01WB-BKHL-QDYV>
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2009). What Is Technological Pedagogical Content Knowledge? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60–70.

- Laajaniemi, A., & Aksela, M. (2007). Perusopetuksen oppilaiden käsityksiä kemian teknologiasta. Teoksessa *Uusia lähestymistapoja kemian opetukseen perusopetuksesta korkeakouluuihin* (ss. 78–84). Helsinki: Opetushallitus.
- Lajium, D. (2016). *Science Teachers' Acceptance towards Microcomputer-Based Laboratories*. 3, 8.
- Lindh, M. (2006). *Teknologiseen yleissivistykseen kasvattamisesta: Teknologian oppimisen struktuuri ja sen soveltaminen* [Väitöskirjat]. Oulun yliopisto.
- Niess, M. L. (2005). Preparing teachers to teach science and mathematics with technology: Developing a technology pedagogical content knowledge. *Teaching and Teacher Education*, 21(5), 509–523. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2005.03.006>
- Opetushallitus. (2014). *Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014*. Määräykset ja ohjeet 2014:96.
- Opetushallitus. (2015). *Lukion opetussuunnitelman perusteet 2015*. Määräykset ja ohjeet 2015:48.
- Russell, D. W., Lucas, K. B., & McRobbie, C. J. (2004). Role of the microcomputer-based laboratory display in supporting the construction of new understandings in thermal physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(2), 165–185. <https://doi.org/10.1002/tea.10129>
- Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1–21.
- Siegel, S. (1957). Nonparametric Statistics. *The American Statistician*, 11(3), 13–19. <https://doi.org/10.1080/00031305.1957.10501091>
- Srisawasdi, N. (2012). Student Teachers' Perceptions of Computerized Laboratory Practice For Science Teaching: A Comparative Analysis. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 46, 4031–4038. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.192>
- Tan, D. K. C., Hedberg, J. G., Koh, T. S., & Seah, W. C. (2005). *Datalogging: A unique affordance unrealized?* ASERA 2005.
- Tortosa, M. (2012). The use of microcomputer based laboratories in chemistry secondary education: Present state of the art and ideas for research-based practice. *Chemistry Education Research and Practice*, 13(3), 161–171.
- Vehkalahti, K. (2014). *Kyselytutkimuksen mittarit ja menetelmät*. Helsingin yliopisto. <https://doi.org/10.31885/9789515149817>
- Voogt, J., Fisser, P., Pareja Roblin, N., Tondeur, J., & van Braak, J. (2013). Technological pedagogical content knowledge - a review of the literature: Technological pedagogical

content. *Journal of Computer Assisted Learning*, 29(2), 109–121.  
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2012.00487.x>

# Liitteet

## Liite 1. Kyselylomake

Tutkimuskysely

KEMIAN OPETUS TÄNÄÄN 2018

Hyvä kemian opettaja

Oheisen Kemia opetus tänään -tutkimuksen tavoitteena on kartoittaa opettajien näkemyksiä kemian opetuksen nykytilasta ja sen kehittämistarpeista. Kysely on jatkoa Kemian opetus tänään – tutkimuksille, jotka on tehty vuonna 1999 ja vuonna 2008. Yhteensä kyselyyn on vastannut jo noin 750 kemian opettajaa. Tutkimuksen tuloksia on käytetty kemian opetuksen kehittämisessä, mm. täydennyskoulutuksen suunnittelun ja opetussuunnitelmatyön pohjana.

Tutkimusaineistosta tehdään kemian opetuksen opinnäytetöitä ja laaditaan alan tutkimusjulkaisuja. Vastauksiasi käsitellään luottamuksellisesti.

Ole hyvä ja vastaa oheisiin kysymyksiin joko valitsemalla sopiva vaihtoehto tai kirjoittamalla vastauksesi sille varattuun tilaan.

Vastanneiden kesken arvotaan kymmenen palkintoa (viisi 50 € lahjakorttia valitsemaasi liikkeeseen ja viisi elokuvalippua). Kyselyyn voi vastata perjantaihin 8.6.2018 saakka.

Vastauksistasi kiittäen,

Armi Hopea-Manner, Johannes Pernaa & professori Maija Aksela  
Kemian opettajankoulutusyksikkö, Kemian osasto, Helsingin yliopisto

1. Olen ☐ nainen ☐ mies

2. Olen toiminut opettajana ☐ alle vuoden ☐ 1-5 vuotta  
☐ 5-10 vuotta ☐ 11-15 vuotta  
☐ 16-20 vuotta ☐ yli 20 vuotta

3. Opetan kemiaa ☐ perusopetuksessa ☐ molemmissa  
☐ lukiossa ☐ jossain muualla, missä? \_\_\_\_\_

4. Koulussani on ☐ yksi kemian opettaja  
☐ kaksi kemian opettajaa  
☐ useita kemian opettajia

5. a) Mitä aihekokonaisuuksia/teemoja koulusi painottaa opetuksessa?

b) Minkälaista oppiainerajoja ylittävää yhteistyötä on koulussasi kemian ja muiden oppiaineiden kanssa?

6. Lukuvuonna 2017-2018 kaikista tunneistani ☐ kemian osuus on suurin  
☐ toiseksi suurin  
☐ kolmanneksi suurin  
☐ neljänneksi suurin  
☐ minulla ei ole lainkaan kemian tunteja

7. Kemian lisäksi opetan lukuvuonna 2017-2018 ☐ matematiikkaa ☐ fysiikkaa  
☐ biologiaa ☐ maantietoa  
☐ tietotekniikkaa ☐ jotain muuta, mitä? \_\_\_\_\_

8. Olen opiskellut kemiaa ☐ perusopinnot (approbaturin)  
☐ perus- ja aineopinnot (cum laude approbaturin)  
☐ syventävät opinnot (laudaturin)  
☐ jatko-opintoja  
☐ jotain muuta, mitä? \_\_\_\_\_

9. a) Minkä verran olet osallistunut kemian opetuksen täydennyskoulutukseen kuluneen viiden (5) vuoden aikana?

☐ en ollenkaan ☐ 1-4 kertaa  
☐ kerran vuodessa ☐ useamman kerran vuodessa

b) Mitä aihepiirejä täydennyskoulutuksessa on käsitelty?

10. Millaista yhteistyötä teet muiden opettajien kanssa?

11. Mitä kemian opetukseen liittyvää tiedotus- tai tukimateriaalia seuraat?

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> BMOL ry   | <input type="checkbox"/> Chemistry Education Research & Practice (CERP)  |
| <input type="checkbox"/> Dimensio  | <input type="checkbox"/> edu.fi  |
| <input type="checkbox"/> Journal of Chemical Education                         | <input type="checkbox"/> Kemia-Kemi-lehti                                |
| <input type="checkbox"/> Kemilärarnas Resurscentrum                            | <input type="checkbox"/> Kemian opettajat -vertaisryhmä (Facebook-ryhmä) |
| <input type="checkbox"/> LUMA-keskuksen uutiskirje                             | <input type="checkbox"/> LUMA-keskuksen verkkosivut                      |
| <input type="checkbox"/> LUMA-sanomat  | <input type="checkbox"/> MAOL ry   |
| <input type="checkbox"/> Suomalaisten Kemistien Seuran Kemian opetuksen jaosto |  |

☐ jotain muuta, mitä? \_\_\_\_\_

12. Olen opettajana paikkakunnalla, jonka asukasmäärä on suunnilleen

- |   |   |  |
|---|---|--|
| <input type="checkbox"/> alle 5000      | <input type="checkbox"/> 5000-10 000          | <input type="checkbox"/> 11 000-50 000 |
| <input type="checkbox"/> 51 000-100 000 | <input type="checkbox"/> yli 100 000 asukasta |  |

13. Olen opettajana \_\_\_\_\_ maakunnassa.

14. Kouluni oppilasmäärä on ☐ alle 100 oppilasta

☐ 100-500 oppilasta

☐ yli 500 oppilasta

15. Kemian opetusmahdollisuudet koulussani ovat

|                              | Todella hyvät | Hyvät | Hyväksyttävät | Huonot | Todella huonot |
|------------------------------|---------------|-------|---------------|--------|----------------|
| Tilojen suhteen              |               |       |               |        |                |
| Opetuksen välineiden suhteen |               |       |               |        |                |
| Oppimateriaalien suhteen     |               |       |               |        |                |
| Kemikaalien suhteen          |               |       |               |        |                |

Perustelut:

16. a) Koulussani on kemian opetusryhmässä suunnilleen \_\_\_\_\_ oppilasta perusopetuksessa,  
 \_\_\_\_\_ opiskelijaa lukiossa.

b) Mielestäni sopiva ryhmäkoko kemian opetuksessa on \_\_\_\_\_ oppilasta perusopetuksessa,  
 \_\_\_\_\_ opiskelijaa lukiossa.

c) Kemian valinnaiskursseja valitsi lukuvuonna 2017–2018 perusopetuksessa suunnilleen  
 \_\_\_\_\_ % koulun oppilaista.

d) Kemian syventäviä ja soveltavia kursseja valitsi lukuvuonna 2017–2018 lukiossa suunnilleen  
 \_\_\_\_\_ % koulun oppilaista.

17. a) Koulussani tarjotaan kemian kursseja opetussuunnitelmassa  
 perusopetuksessa \_\_\_\_\_ kpl lukiossa \_\_\_\_\_ kpl

b) Näistä kursseista toteutui lukuvuonna 2017–2018  
 perusopetuksessa \_\_\_\_\_ kpl lukiossa \_\_\_\_\_ kpl

18. a) Luettele ne kemian kurssit, joita koulussasi tarjotaan valtakunnallisen opetussuunnitelman perusteissa edellytettyjen kurssien lisäksi?

b) Miksi ko. kurssit on otettu koulunne opetussuunnitelman perusteisiin?

c) Mitä kehittämisajatuksia sinulla on koulusi kemian opetuksen kurssien suhteen?

19. Kuinka huomioit opinto-ohjauksen kemian opetuksessa?

20. Kuinka usein käytät opetuksessasi

|   | Todella usein | Usein | Satunnaisesti | Harvoin | Todella harvoin | En koskaan | En tunne |
|---|---------------|-------|---------------|---------|-----------------|------------|----------|
| Projektityöskentelyä                      |               |       |               |         |                 |            |          |
| Ryhmätyötä                                |               |       |               |         |                 |            |          |
| Käsitekarttoja                            |               |       |               |         |                 |            |          |
| Miellekarttoja                            |               |       |               |         |                 |            |          |
| Väittelyä                                 |               |       |               |         |                 |            |          |
| Kyselyyn harjaannuttamista                |               |       |               |         |                 |            |          |
| Rentoutusta                               |               |       |               |         |                 |            |          |
| Suggestopediaa                            |               |       |               |         |                 |            |          |
| Opintokäyntejä koulun ulkopuolelle        |               |       |               |         |                 |            |          |
| Käsitteen omaksumismenetelmiä             |               |       |               |         |                 |            |          |
| Ennakkojäsentäjiä                         |               |       |               |         |                 |            |          |
| Prosessikirjoittamista                    |               |       |               |         |                 |            |          |
| Yhteistoiminnallisen oppimisen menetelmiä |               |       |               |         |                 |            |          |
| Luovan ongelmanratkaisun menetelmiä       |               |       |               |         |                 |            |          |
| Simulaatioita                             |               |       |               |         |                 |            |          |
| Roolileikkejä                             |               |       |               |         |                 |            |          |
| Muistamismalleja                          |               |       |               |         |                 |            |          |
| Molekyyli mallinnusta                     |               |       |               |         |                 |            |          |
| 3D-tulostusta                             |               |       |               |         |                 |            |          |
| Jotain muuta, mitä?                       |               |       |               |         |                 |            |          |



21. Kuinka monta kokeellista työtä teetät oppilailla kemian kurssin aikana?

- ☐ en yhtään   ☐ yhden   ☐ kaksi   ☐ kolme  
☐ neljä   ☐ viisi   ☐ kuusi   ☐ yli kuusi  
☐ Työt tehdään pääsääntöisesti työkursseilla  
☐ jotain muuta, mitä? \_\_\_\_\_

22. a) Miksi teetät oppilailla kokeellisia kemian töitä?

b) Miksi et teetä oppilailla kokeellisia kemian töitä?

23. Miten järjestät käytännössä oppilaiden kokeellisen työskentelyn?

24. Minkälainen on mielestäsi hyvä kokeellinen työ?

25. a) Kuinka usein hyödynnät tietokonemittausmahdollisuuksia kemian töissä?

- ☐ todella usein   ☐ usein   ☐ satunnaisesti   ☐ harvoin  
☐ todella harvoin   ☐ en koskaan   ☐ haluaisin oppia käyttämään

b) Miksi käytät tietokonemittausmahdollisuuksia kemian töissä?

c) Miksi et käytä tietokonemittausmahdollisuuksia kemian töissä?

26. a) Miten määrittelet kemian teknologian?

b) Miten kemian teknologia näkyy kemian opetuksessa?

27. Yhteistyö seuraavien koulun ulkopuolisten tahojen kanssa on erittäin tärkeää

|   | Todella tärkeää | Tärkeää | Kohtalaisen tärkeää | Jokseenkin tärkeää | Ei tärkeää |
|---|-----------------|---------|---------------------|--------------------|------------|
| Yritykset   |                 |         |                     |                    |            |
| Tutkimuslaitokset                                 |                 |         |                     |                    |            |
| Museot ja tiedekeskukset                          |                 |         |                     |                    |            |
| Tiedeluokkiin vierailu (esim.Gadolin)             |                 |         |                     |                    |            |
| Muut yleissivistävän koulutuksen oppilaitokset    |                 |         |                     |                    |            |
| Ammatilliset oppilaitokset ja ammattikorkeakoulut |                 |         |                     |                    |            |
| Yliopistot ja korkeakoulut                        |                 |         |                     |                    |            |
| Erilaiset kansalaisjärjestöt                      |                 |         |                     |                    |            |
| Muu taho, mikä?                                   |                 |         |                     |                    |            |

28. Millaista yhteistyötä teet koulun ulkopuolisten tahojen kanssa? Luettele yhteistyötahot ja pääasialliset toimintamuodot.

29. a) Millaiset tavoitteet ja painotukset korostuvat koulun ulkopuolisten tahojen kanssa tehtävässä yhteistyössä?

b) Miten mainitsemasi tavoitteet ovat toteutuneet molempien/kaikkien osapuolten näkökulmasta?

c) Miten yhteistyötä voidaan tukea eri tahoilta?

30. Tarvitsen jatkossa koulutusta seuraavissa asioissa:

- |  |                          |             |
|--|--------------------------|-------------|
| – Kemian sisällöt                              | <input type="checkbox"/> | Aihealueet: |
| – Työtavat                                     | <input type="checkbox"/> | Aihealueet: |
| – Kemian teknologia                            | <input type="checkbox"/> | Aihealueet: |
| – Yhteistyö                                    |                          |             |
| · Yritysten kanssa                             | <input type="checkbox"/> | Aihealueet: |
| · Oppilaitosten kanssa                         | <input type="checkbox"/> | Aihealueet: |
| · Museoiden kanssa                             | <input type="checkbox"/> | Aihealueet: |
| · Tutkimuslaitosten kanssa                     | <input type="checkbox"/> | Aihealueet: |
| · Muiden aineiden kanssa                       | <input type="checkbox"/> | Aihealueet: |
| – Tietokoneen hyödyntäminen kemian opetuksessa |                          |             |
| · Mittausohjelmat                              | <input type="checkbox"/> | Aihealueet: |
| · Toimisto-ohjelmistot                         | <input type="checkbox"/> | Aihealueet: |
| · Molekyylihallinnus- ja piirto-ohjelmistot    | <input type="checkbox"/> | Aihealueet: |
| – Internet                                     |                          |             |
| · Opetusohjelmat                               | <input type="checkbox"/> | Aihealueet: |
| · Oppimateriaalit                              | <input type="checkbox"/> | Aihealueet: |
| – Oman työn kehittäminen                       | <input type="checkbox"/> | Aihealueet: |
| – Muut erityisaiheet                           | <input type="checkbox"/> | Aihealueet: |

31. Minkälaista tukea haluat jatkossa kemian opetuksen kehittämiseen?

32. Mitkä ovat mielestäsi kemian opetuksen keskeiset haasteet

a) koko maan tasolla?

b) omassa koulussasi?

33. Mitkä ovat kehittämisideasi

a) koko maan kemian opetuksen tilanteeseen?

b) oman koulusi kemian opetukseen?

Kiitos vastauksistasi!

Sähköpostiosoite arvontaa varten: \_\_\_\_\_